

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Aplikace štíhlé výroby v praxi**

**The Application of Lean Production in Practice**

Student: Damián Zakuťanský

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání bakalářské práce

Student: **Damian Zakut'anský**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Aplikace štíhlé výroby v praxi**  
**The Application of Lean Production in Practice**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska výrobního, organizačního, systému řízení a dalších aspektů majících vliv na efektivitu výrobního procesu.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků na systém řízení v organizaci.
4. Vlastní návrhy zlepšení systému.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:


ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.  
PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-10-19]. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psát%20cerven%202009.pdf>](http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psát%20cerven%202009.pdf).  
PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1  
KOŠTURIK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9  
JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 1998. 199 s. ISBN 80-7169-394-4

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

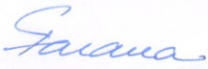
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

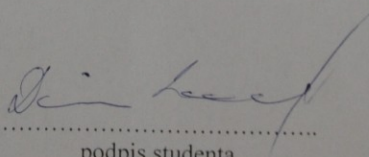


  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....21.5.2012.....

.....  
.....  
podpis studenta

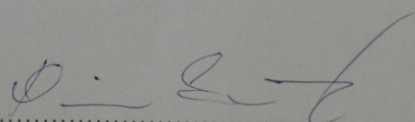
## Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování této práce. Dále chci poděkovat pracovníkům společnosti VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s., jmenovitě Bc. Martinu Procházkovi a Ing. Miroslavu Kučerovi, za věcné rady z praxe, pomoc a poskytnutí informací a podkladů pro vypracování této bakalářské práce. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za celkovou podporu při studiu.

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2012

  
.....  
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Damián Zakutánský

Adresa trvalého pobytu autora práce: Ostrava, Svornosti 2315/20, PSČ 700 30

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

ZAKUŤANSKÝ, D. *Aplikace štlé výroby v praxi.: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 56 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Náplní bakalářské práce je prozkoumání a přiblížení situace v oblasti štlé výroby ve společnosti VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s. na pracovišti Linky membránových stěn. V první části práce jsou popsány jednotlivé pojmy dané problematiky, na které dále navazují metody a zlepšující přístupy k řešení nedostatků. Následuje aplikace poznatků na konkrétní situaci v praxi. Práce je doplněna o potřebné výpočty. Na základě vyhodnocení provedené analýzy současného stavu jsou navržena konkrétní opatření vedoucí k řešení nalezených problémů.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

ZAKUŤANSKÝ, D. *The Application Of Lean Production in Practice.: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technická Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 56 p. Thesis head: Šajdlerová, I.

The essence of this Bachelor Thesis is the review and aproximation of situation in area of lean production in company VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s. in the workplace of Line of membrane panels. In the first part there are described the individual terms of the issue, which are followed by methods and improving approaches for solving the deficiencies. Followed by application of knowledge on specific situation in practice. The Bachelor Thesis is complemented by necessary calculations. Based on the analysis evaluation of the current state, there are proposed the specific actions leading to solve the discovered problems.



## Obsah

Úvod.....	10
1 Obecná charakteristika řešené problematiky .....	11
1.1 Historie štihlé výroby.....	11
1.2 Systém TPS.....	12
1.3 Štihlá výroba ve štihlém podniku[6].....	13
1.4 Implementace štihlé výroby.....	14
1.5 Charakteristika plýtvání.....	15
1.6 Metody a nástroje štihlé výroby.....	16
1.7 Kaizen .....	17
1.7.1 Základní zásady systému Kaizen.....	18
1.7.2 Pozitiva zavedení systému Kaizen .....	18
1.8 Management toku hodnot .....	19
1.8.1 Hodnota a její tok výrobou .....	19
1.8.2 Analytické metody toku hodnot .....	20
1.8.3 Charakteristika metody mapování toku hodnot.....	21
1.8.4 Úrovně mapování toku hodnot .....	22
1.8.5 Tvorba současné mapy .....	22
1.8.6 Měřené a výstupní veličiny .....	23
1.8.7 Druhy map .....	24
1.8.8 Personální řízení toku hodnot.....	24
1.8.9 Dílčí shrnutí kapitoly managementu toku hodnot .....	25
1.9 Management úzkých míst .....	27
1.9.1 Nástroje k identifikaci omezení.....	28
1.9.2 Využití úzkého místa.....	28
1.9.3 Podřízení se úzkému místu .....	29
1.9.4 Metoda DBR.....	29
1.9.5 Dílčí shrnutí managementu úzkých míst .....	30
2 Analýza současného stavu.....	31
2.1 Představení společnosti Vítkovice Power Engineering a.s. ....	31
2.2 PJ 815 - Linka membránových stěn.....	32
2.3 Popis výrobního postupu a výrobních zařízení .....	32
2.3.1 Automatická linka svařování trubek.....	33
2.3.2 Linka pro svařování panelů MeS.....	34
2.3.3 Pracoviště kontroly a oprav .....	35
2.3.4 Ohýbačka panelu MeS FL 3000 .....	35
2.3.5 Pálící stroj RUM 3000 CNC.....	35
2.3.6 Ošacení .....	36
2.4 Analýza současného stavu z pohledu štihlé výroby.....	36
2.4.1 Rozbor zakázky .....	36
2.5 Analýza toku hodnot .....	40
2.5.1 Mapa toku hodnot aktuálního stavu .....	41

3	Vyhodnocení analýzy .....	43
3.1	Identifikace problému .....	44
3.2	Shrnutí analýz .....	46
4	Vlastní návrhy k zlepšení systému .....	47
5	Závěr .....	51
	Seznam použité literatury .....	52
	Seznam obrázků .....	54
	Seznam grafů .....	55
	Seznam tabulek .....	55
	Seznam příloh .....	56



## Seznam použitých zkratk a symbolů

C/O	čas změny nástrojů a seřizování strojů (changeover time)
C/T	čas cyklu výroby (cycle time)
DBR	metoda buben-zásobník-lano (drum-buffer-rope)
DJ	dělnická jednotka
DOE	Design of Experiment - strategie studující účinky několika faktorů
h	hodina
JIT	Just in time
L/T	průběžný čas výroby (lead time)
m	metr
MeS	Linka membránových stěn
např.	například
Oh	odvedená hodina
PJ	podnikatelská jednotka
RTG	rentgen
T	trubka ( 16Tx14 m – 16ti trubkový panel délky 14 metrů )
TIG	Tungsten Inert Gas - svařování wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře
TPS	výrobní systém společnosti Toyota Motor Corporation
VA time	čas přidávající hodnotu (value added time)
VSM	mapování toku hodnot (value stream mapping/management)

## Úvod

Slovo Lean, používané ve světě jako označení štíhlých procesů se začíná postupně dostávat do podvědomí čím dál širšímu okruhu lidí. Těch lidí, kteří si uvědomují, že konkurence na trhu je neúprosná a pokud je v jejich zájmu, aby na trhu uspěli, musí být lepší než ostatní. Naplnit tyto cíle není snadné a vede k nim dlouhá cesta. Cesta je to správné označení. Cesta jak změnit myšlení a chod firmy do takové podoby, aby se při dalším zastavení mohl člověk zpětně podívat na to, jak se celá společnost stala efektivnější v tom, co dělá, jak funguje vnitřně i jak vypadá navenek. Naštěstí dnes, nejsou firmy v takové pozici, aby museli striktně absolvovat něco nového a dříve neprobádaného. Je jim totiž nabízena široká škála možností, jak vylepšit své podnikání, a mezi takové patří i celá filozofie štíhlé výroby, neboli lean manufacturing.

Implementace principů štíhlé výroby v době, kdy je tento způsob vedení firmy již velmi dobře zmapován a definován, se zdá být na první pohled jednoduchou záležitostí, ale přistupovat k této filozofii jako k nějaké „kuchařce“, která je lékem na naše problémy se neshledává s úspěchem. Základem je totiž celková změna chování a myšlení lidí. A v prostředí jako je to naše, kterému je toto myšlení a chování zatím cizí, není zavádění těchto změn jednoduché.

Na druhou stranu je pošetilé bránit názor, že v našich podmínkách je tato změna, vedoucí k vyšší variabilitě výroby, maximalizaci kvality a minimalizaci plýtvání, neuskutečnitelná. Takovéto přesvědčení vede k začátku konce Vaší firmy, jelikož o jejím osudu rozhodují právě zákazníci.

Práce byla zadána a vypracována ve spolupráci s podnikem Vítkovice Power Engineering a.s., který řešení problematiky štíhlé výroby pochopil jako jeden ze stěžejních úkolů, který dnešní doba vyžaduje.

Cílem práce je pomocí analytických metod štíhlé výroby popsat aktuální stav v PJ 815 - Linka membránových stěn a na základě výsledků těchto analýz navrhnout změny, které mohou případné problémy řešit.

# 1 Obecná charakteristika řešené problematiky

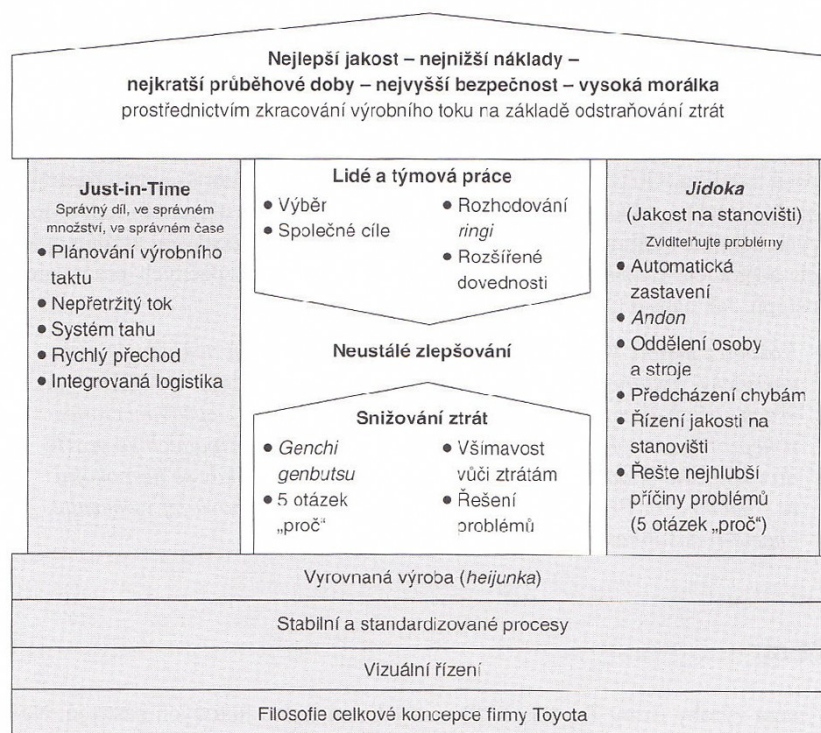
## 1.1 Historie štlhlé výroby

Celý koncept štlhlé výroby – lean manufacturing, její metody a principy vycházejí ze systému výroby Toyota production system – TPS, aplikovaném ve společnosti Toyota Motor Corporation.

Mezi historické milníky ve vzniku TPS patří zejména události v první polovině 20. stol. V roce 1918 byla Sakichi Toyodou (1867 – 1930) založena společnost Toyoda Spinning and Weaving Company. V ní byl vyvinut tkalcovský stav, který dokázal detekovat přetrhnuté vlákno a automaticky zastavit výrobu. Tento princip nazvaný Jidoka - automatického přerušení výroby při zjištění vady se později stal jedním ze dvou pilířů TPS. Sakichiho syn Kiichiro Toyoda (1894 – 1952) v roce 1937 následně založil společnost Toyota Motor Corporation. Přijal otcův princip Jidoka a jako druhý pilíř TPS přidal svůj vlastní systém Just-in-time, jehož některými principy se nechal částečně inspirovat výrobními závody automobilky Ford v USA. [1]

Po druhé světové válce vznikla poptávka vyrábět automobily efektivněji, než kdy dřív. Toyota, postrádající finance na nákladné investice alternativy, hledala cestu, jak tento cíl splnit a zároveň se přizpůsobit prostředí japonského trhu vyžadující vysokou flexibilitu. Při porovnání produktivity práce byly však zjištěny propastné rozdíly, kdy dělníci v Toyotě měli produktivitu několikanásobně horší, než jejich němečtí nebo američtí konkurenti.[hist] Zřejmě z toho důvodu vyslovil tehdejší prezident společnosti Kiichiro Toyoda plán: *"Dožeňme Ameriku během tří let!"* [2]

Úkolem zvýšit efektivitu práce byl pověřen mladý inženýr Toyoty, Taiichi Ohno (1912 - 1990). Jeho úspěchem bylo spojení stávajících konceptů Jidoka a JIT. Při studiu Fordových závodů v USA si všiml principu fungování supermarketů, na jeho základech vytvořil systém Kanban. Také se nechal inspirovat průkopníkem managementu kvality Dr. W. Edwardse Demingem, který učil, že na každou následující fázi výroby by se mělo nahlížet jako na zákazníka. Tato myšlenka dobře zapadala mezi filozofii JIT a princip Kanban. Taiichi Ohno je dnes považován za skutečného tvůrce TPS, jelikož již existující principy převedl v uplatitelné metody a aplikoval je v reálném výrobním prostředí.



Obr. 1 – Systém TPS [3]

Od 50. let je systém TPS neustále vyvíjen a zlepšován a dostal tak tuto japonskou automobilku, ať už se jedná o kvalitu produktů či míry ziskovosti, na samotnou špičku automobilového průmyslu. [4] Tento zářný příklad se stal pro celý svět motivací dosáhnout podobných výsledků a snaží se lean manufacturing po vzoru Toyoty aplikovat i ve svém prostředí.

## 1.2 Systém TPS

Shrnutí filozofie Toyoty tak, jak je popisována v knize „The Toyota way fieldbook“ :

1. Manažerská rozhodnutí musí stát na dlouhodobé filozofii, i když to bude na úkor plnění krátkodobých finančních cílů.
2. Vytvořte v procesech nepřetržitý tok a umožněte tak problémům vyplout na hladinu.
3. Použijte systém tahu k prevenci nadprodukce.
4. Nivelizujte výrobu – principy Heijunka se snaží o vyrovnanou kapacitu všech operací ve výrobě.

5. Směřujte firemní kulturu k -zastavení výroby ihned po zjištění vady/nekvality. Umožní to řešit problémy ihned a udržet si navržené standardy kvality.<sup>1</sup>
6. Standardizované úkoly jsou zdrojem pro nepřetržité zlepšování a osamostatnění zaměstnanců.
7. Využívejte vizualizace – problémy pak nezůstanou skryty.
8. Používejte pouze spolehlivé, důkladně otestované technologie, které budou sloužit vaší společnosti.
9. Vychovávejte takové vůdce, kteří zcela rozumí své práci, žijí filozofií štíhlosti, a jsou schopní ji předávat druhým.
10. Věnujte čas vývoji lidí a týmů, kteří následují filozofii vašeho podniku.
11. Respektujte síť vašich obchodních partnerů a dodavatelů tím, že je motivujete a pomáháte jim ke zlepšení.
12. Pro vlastní pochopení jděte a sledujte situace na vlastní oči. (v TPS také označován slovním spojením Genchi Genbutsu)
13. Rozhodnutí dělejte pomalu na základě shody, důkladně zvažte všechny alternativy, vybrané řešení rychle zaveďte.
14. Staňte se učící se společností pomocí sebereflexe a neustálého zlepšování. [5]

### 1.3 Štíhlá výroba ve štíhlém podniku[6]

Hlavní myšlenkou, která provází veškeré „zeštíhlovací“ procesy štíhlé výroby je eliminace plýtvání. Jedna z definic říká: *„Štíhlá výroba je paradigma a způsob myšlení o výrobě. Je to filozofie, která zkracuje průběžný čas eliminací plýtvání, aby byly včas dodávány výrobky vysoké kvality při nízkých nákladech.“*

Štíhlá výroba však neznamená bezúčelné snižování nákladů. Základní motivací je především maximalizace přidané hodnoty pro zákazníka. Právě to vede firmu takovým směrem, aby vyráběla rychleji, s nižšími náklady, ale zároveň výrobky s vyšší kvalitou a při tom všem využívala efektivněji veškeré výrobní plochy a zdroje.

K naplnění cíle štíhlé výroby, je potřeba si uvědomit, že štíhlá výroba je součástí celého štíhlého podniku, do jehož celku nedílně patří i další oblasti jako je štíhlá administrativa,

---

<sup>1</sup> Princip Jidoka. Platí pro systémy, kde je opravdové zastavení z technologického hlediska výroby možné. Hlavní snahou principu Jidoka je řešit problémy nekvality ihned jakmile je to možné.

vývoj a logistika. Všechny části štíhlého podniku musí být spojeny do jednoho celku. A protože jakýkoliv a nejenom štíhlý podnik tvoří především lidé, musí být tyto metody spjaté také s managementem znalostí a dalším rozvojem podnikové kultury. Jen tak budou „lean metody“ (popsány v dalších kapitolách) efektivní a přispějí k rozvoji firmy správným směrem.

Základní snaha štíhlého podniku je ve snižování času mezi obdržením objednávky do momentu, kdy je za ní zapláceno.

Odlišně se štíhlý podnik dívá na stanovování ceny pro zákazníka. Její princip spočívá v náhledu na rovnici zisku ceny a nákladů, a to následujícím způsobem:

$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena mění na: } \text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk} [7]$$



Obr. 2 – Pilíře štíhlého podniku [8]

## 1.4 Implementace štíhlé výroby

Úspěšné zavedení štíhlé výroby tkví ve zlepšení procesu identifikující plýtvání - v pochopení základní příčiny plýtvání a v použití opravdového protipatření proti této příčině. Celkový úspěch závisí na třech podmínkách:

1. Správné chápání základů, na kterých stojí filozofie štíhlého podniku.
2. Chápání strategie zavádění a efektivního využívání jeho metod, než pouhá aplikace nástrojů jako je např. 5s, kanban, atd.
3. Pečlivě připravené plány, které stojí na systematickém, cyklickém a průběžném odstraňování plýtvání. [6]

## 1.5 Charakteristika plýtvání

Elementární příčinou, která stojí za tím, že výrobní proces nebo celý podnik můžeme nazvat neštlíhlým, je plýtvání. „*Je to všechno co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby to zvyšovalo jejich hodnotu.*“ [6]

Plýtvání ve výrobních procesech se rozděluje na 8 základních typů:

1. **Nadvýroba** – Výroba ve větším množství nebo dříve, než zákazník požaduje. Nadvýroba v tomto smyslu vytváří další plýtvání, jako je zbytečné využívání pracovních sil, zásob a nákladů na jejich dopravu z důvodu přebytku. Za zásobu se dá považovat kromě fyzického zboží i fronta informací.
2. **Nadbytečná práce** - Provádění nadbytečných úkonů při zpracovávání výrobku. Neefektivní postupy zpracování díky nevhodným nástrojům, návrhu výrobku, jsou příčinou zbytečných úkonů a způsobují vady. Plýtvání také vzniká při dosahování vyšší kvality, než je zapotřebí. Nadbytečná práce také „vyplňuje“ čas zaměstnanců v době, kdy by ho museli trávit prostým čekáním.
3. **Zbytečný pohyb** – Je to každý pohyb zaměstnance, který se musí provést během pracovní doby a nevede ke zvyšování hodnoty výrobku, jako např. situace kdy nejsou nástroje a díly „po ruce“, jejich hledání apod. I chůze se považuje za plýtvání.
4. **Zásoby** – Přebytek zásob surovin, rozpracované výroby nebo hotových výrobků způsobený delší průběžnou dobou výroby, cenou a zpožděním dopravy nebo skladováním. Přemíra zásob zakrývá problémy jako je nevyváženost výroby, pozdní dodávky dodavatelů, zmetky, poruchy strojů či dlouhé nastavovací časy.
5. **Čekání** - Zaměstnanci ztrácející čas pouhým pozorováním chodu stroje. Čekání na dokončení předcházejícího či následujícího procesu, na nářadí, díly, zásoby apod. Nebo jednoduše nemají co na práci z důvodu chybějícího materiálu, zpoždění ve výrobním procesu, poruch strojů, kapacit úzkých míst.

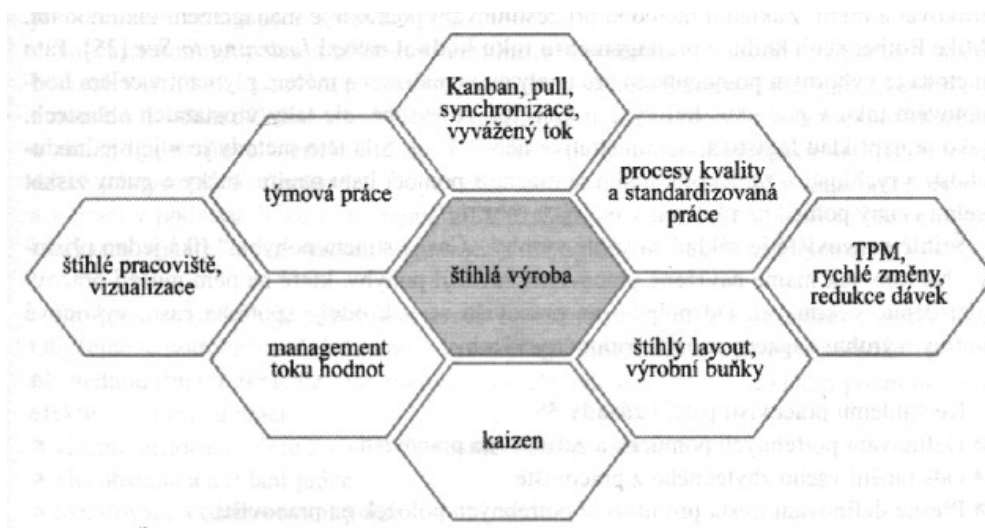


6. **Nekvalita** – Výroba zmetků nebo jejich oprava. Vznik vad, jejich následná oprava, zajišťování náhradní výroby a nutnost nadměrné kontroly kvality znamená zbytečné plýtvání času a úsilí.
7. **Doprava** – Přemisťování rozpracované výroby z místa na místo v rámci výrobního procesu, i když je to jen na krátkou vzdálenost. Nutnost pohybovat s materiálem, díly nebo hotovými výrobky ze skladu nebo na sklad, případně nutnost je přemisťovat mezi výrobními procesy bez přidané hodnoty.
8. **Nevyužitý lidský potenciál** – Plýtvání časem, schopnostmi, příležitostmi ke zlepšování a vzdělávání tím, že nejsou zaměstnanci motivováni se v těchto procesech zapojovat, případně jim není nasloucháno. Zde je největší potenciál firem pro zlepšení. [5]

Všechny tyto vyjmenované druhy plýtvání se ve větší nebo menší míře podílejí na neefektivnosti výroby jako takové. A základním cílem štíhlého podniků je jejich redukce až úplná eliminace. K tomu je však nutné tyto problémy najít, správně identifikovat a měřit.

## 1.6 Metody a nástroje štíhlé výroby

Štíhlá výroba lze definovat také prvky metodami a nástroji které ji tvoří. Mezi základní rozdělení lze popsat dle obrázku č.3.



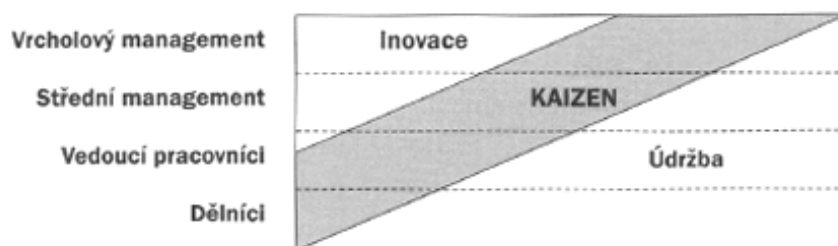
Obr. 3 – Prvky štíhlé výroby

V následujících kapitolách budou detailněji popsány metody a nástroje štihlé výroby, které jsou následně využity v analýze aktuálního stavu, nebo jsou v ostatních kapitolách zmíněny.

## 1.7 Kaizen

Kaizen je filozofie, která provází dění ve štihlém podniku v téměř všech jeho aspektech. Slovo Kaizen se dá z japonštiny do češtiny přeložit jako "zlepšení" nebo "změna k lepšímu". Ve spojitosti se štihlou výrobou nebo jejími metodami se Kaizen myslí jako proces neustálého zlepšování. Základním sdělením strategie Kaizen je, že ani jediný den by neměl proběhnout bez toho, aby kdekoli ve společnosti nedošlo alespoň k nějakému zdokonalení. Pro úspěšné japonské firmy se Kaizen stal součástí jejich života. Dá se to říci i naopak. Ve společnostech, kde se Kaizen stal základem jejich filozofie, se tento přístup stal i základem jejich úspěchu. Není náhodou, že Kaizen pochází zrovna z Japonska. "Kaizen je pro Japonce něco jako dýchání. *„Víra v neustálé zdokonalování je hluboce zakořeněna v japonské mentalitě. Jak říká staré japonské přísloví: „Jestliže jste někoho neviděli tři dny, dobře se na něj podívejte, jakou prošel změnou“. Příklad naznačuje, že za tři dny se člověk musí změnit, takže jeho přátelé by měli být schopni si této změny povšimnout.“* [9] Jednoduše řečeno, je to nikdy nekončící proces zdokonalování. [10, 6, 9]

V tradičním managementu řízení se v podniku lidé rozdělují do dvou skupin. Zjednodušeně ti, kteří přemýšlejí, projektují a inovují a ti, kteří pracují. Největší rozdíl, který Kaizen nabízí oproti tradičnímu managementu řízení je, že Kaizen tyto rozdíly smazává a naopak zakládá na tom, že lidé v podniku musejí používat rozum stejně jak jako jejich svaly či ruce. [6]



Obr. 4 Rozložení Kaizen ve struktuře zaměstnanců [9]

### 1.7.1 Základní zásady systému Kaizen

Mezi základní zásady systému Kaizen patří:

- Musí se věnovat pozornost každému navrhnutému zlepšení, i kdyby se jednalo o málo významné.
  - Kaizen je otevřený všem. Každý se může podílet na procesu zlepšování.
  - Dříve než je jakýkoliv návrh zlepšení aplikován, musí být navrhované změny nejprve analyzovány a zhodnoceny jejich veškeré pozitivní nebo negativní vlivy na stávající i budoucí stav.
  - Úloha managementu společnosti oblasti Kaizen je vytvořit a udržovat standardy systému Kaizen, a následně je zlepšovat.
  - Podpora zapojení pracovníků při řešení problémů do týmu.
  - Informovat o všech problémech a aktuálním stavu výroby, o cílech podniku. Směřovat proces zlepšování do problematických míst jako např. úzké místa podniku.
  - Kaizen je postaven na iniciativě zdola, ale shora je zapotřebí silná podpora tohoto systému.
  - Tvorba předpokladů pro lepší komunikaci mezi pracovníky.
  - Důležitá je motivace spoluúčasti na úspěchu – dobrá řešení musí být materiálně nebo finančně ohodnocena.
  - Podpora zlepšení, které nevyžadují dlouhou analýzu a vysoké investice.
- [6]

### 1.7.2 Pozitiva zavedení systému Kaizen

- Využívá lokálních znalostí a zkušeností lidí, kteří pracují přímo ve výrobě.
- Zainteresování těchto lidí do zlepšování procesů vede i k vyšší seberealizaci a tudíž většímu uspokojení z práce. Toto má pozitivní vliv na podnikovou kulturu.
- Až 99% problémů ve výrobní dílně management firmy nezná, 60-70 % těchto problémů se dá odstranit bez vynaložení jediné koruny.

- Změny, které pocházejí „zdola“ mohou reagovat už na potenciální problémy, a realizace takových změn je přijímána lépe, jelikož se jich přímo výrobní personál účastní. [6]

To vše má za snahu redukovat největší plýtvání, které ve firmách je, a to nevyužití schopnosti pracovníků. Cílem je si uvědomit potenciál všech pracovníků a následně tento potenciál využít ve formě zlepšování pro pozitivní vývoj ve firmě. [6]

## 1.8 Management toku hodnot

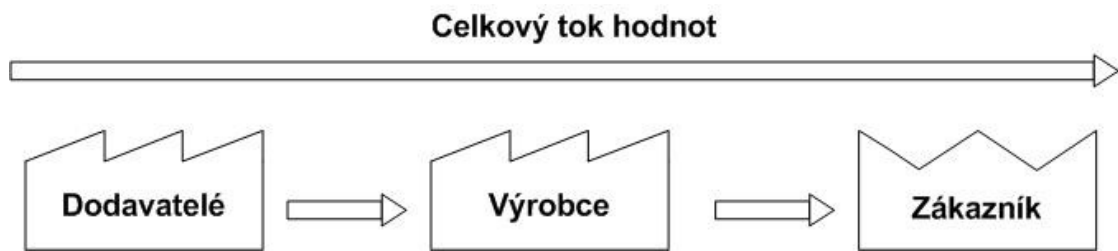
Management toku hodnot se řadí mezi základní nástroje pro analýzu plýtvání všech procesů v podniku. [6] Základní myšlenku managementu toku hodnot lze popsat takto: *„Vše co děláme je, že pozorujeme čas od počátečního momentu, kdy nám zákazník předá objednávku, do bodu kdy nám je za ni zaplacen. A tento čas redukuje odstraněním procesů nepřidávající hodnotu.“* ( Taiichi Ohno 1988) [5]

### 1.8.1 Hodnota a její tok výrobou

Hodnota jako pojem je užívaná v mnoha oborech s různými významy. Pro potřeby této práce je hodnota chápána jako ekonomický pojem, na který se dá uplatnit definice: *„hodnota je to, za co je zákazník ochoten zaplatit.“* [11] Pokud je nahlíženo na hodnotu z pohledu managementu toku hodnot, lze ji definovat jako: *„poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady.“* [11]

Tokem hodnot ve výrobním procesu rozumíme veškeré procesy (zvyšující i nezvyšující hodnotu výroby), které jsou potřebné k tomu, aby se ze surového materiálu stal výrobek v rukách zákazníka.[6]

Pohled z perspektivy toku hodnot znamená pracovat s kompletním obrazem o výrobě, a ne pouze s jednotlivými procesy. To dává možnost zlepšovat proces tvorby produktu jako celek namísto vylepšování jen jeho částí. [12]



Obr. 5 - Celkový tok hodnot

Stavy, ve kterých se může výrobek ve výrobním procesu nalézat, se dají rozdělit na čtyři fáze:

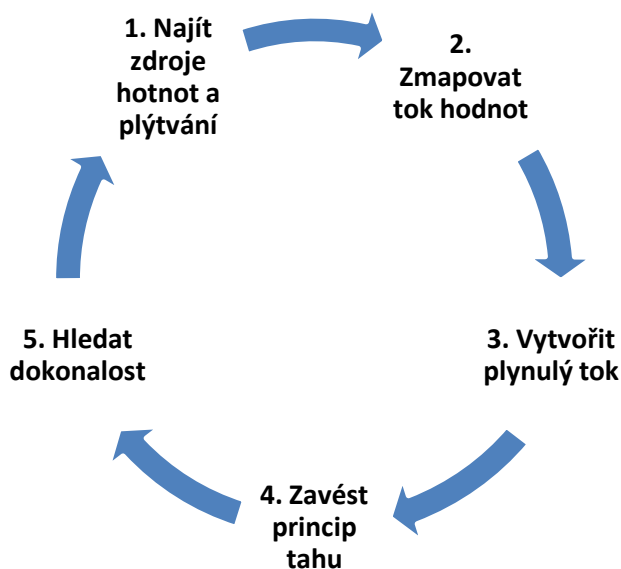
- Výroba – pouze v této fázi je výrobku zvyšována z pohledu zákazníka hodnota.
- Kontrola – porovnávání výsledků předchozích operací se standardy.
- Transport – přeprava např. od předchozího procesu k dalšímu.
- Skladování – v této fázi se s výrobkem neděje žádná z výše uvedených činností. [13]

### 1.8.2 Analytické metody toku hodnot

Aby bylo možné tok hodnot výrobou produktu nebo služby analyzovat a následně zlepšovat, je zapotřebí nástroje, který dokáže zachytit a zobrazit. A právě metoda mapování toku hodnot je nástroj štíhlé výroby umožňuje zobrazit a pochopit tok materiálu a informací tak, jak produkt prochází celou výrobou. Jedná se o kvalitativní analýzu. Svůj původ má v TPS společnosti Toyota (viz kapitola 1.2), kde byl nazýván Mapování toku materiálu a informací. Byl vyvinut k účelu identifikace, prokázání a odstranění plýtvání v procesech společnosti. [12, 14]

V praxi to znamená přímo sledovat celou cestu materiálu a informací výrobním procesem od dodavatelů až k zákazníkovi a každý proces s pomocí tužky graficky zaznamenat na jeden kus papíru. [12]

Mike Rother autor knihy o managementu toku hodnot Learning to See v ní říká: „Koloběh mapování současného a budoucího stavu výroby je nejjednodušší a nejlepší dosud známá cesta, jak sebe a své spolupracovníky naučit identifikovat hodnoty ve výrobě, zvláště pak identifikovat a eliminovat plýtvání a jejich zdroje.“ [12]



Obr. 6 -5 kroků pro vytvoření štíhlých procesů [15]

### 1.8.3 Charakteristika metody mapování toku hodnot

Charakteristika mapování toku hodnot se dá shrnout to těchto bodů:

- Zobrazuje více než jeden osamocený výrobní proces, umožňuje vidět toky mezi jednotlivými procesy.
- Neodhaluje pouze plýtvání. Mapování toku hodnot pomáhá odhalit i zdroje v tomto toku.
- Poskytuje univerzální jazyk pro popis výrobních i nevýrobních procesů.
- Spojuje koncepty a techniky štíhlé výroby dohromady, což pomáhá vyhnout se tzv. cherry picking<sup>2</sup>.
- Formuje základy plánu zavádění změn. Pomáhá vytvořit „výkres“ jak by měl tok hodnot v podniku vypadat. To je častý chybějící článek mnoha snahách o zavedení štíhlých prvků do společnosti.

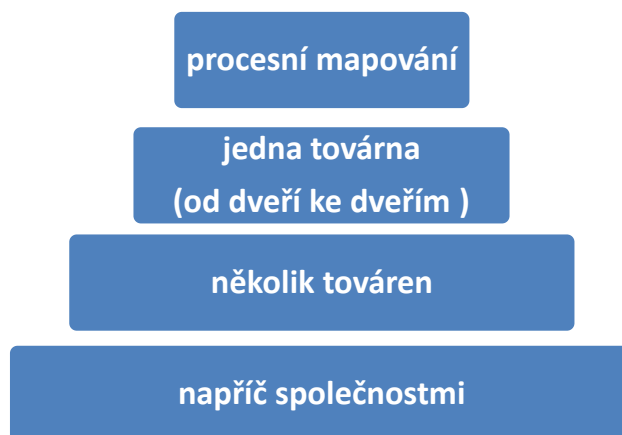
---

<sup>2</sup> Chybné interpretace myšlenek – z důvodu vybírání si pouze části faktů, nikoliv jejich celku.

- Ukazuje propojení mezi tokem materiálu a tokem informací. Žádný jiný nástroj toto neumí.
- Jako kvalitativní i kvantitativní nástroj dohromady je mapování toku hodnot užitečnější, jelikož se nezaměřuje pouze na číselný popis stavů skladu, průběžného času výroby apod., ale snaží se popsat aktuální stav a důvody, které k těmto číselným údajům vedou. [12, 5]

#### 1.8.4 Úrovně mapování toku hodnot

Při mapování toku hodnot se dá zaměřit na různé úrovně. Tato práce se orientuje na mapování izolovaného toku jediné výrobní linky. Tato mapa se následně může rozšiřovat na mapování jednotlivých procesů v dané výrobě. V případě opačného přístupu se dá prvotní mapa zakomponovat do mapy více výrobních linek, nebo ještě dále do toku hodnot mezi jednotlivými společnostmi. [12]



Obr. 7 Úrovně mapování toku hodnot [12]

#### 1.8.5 Tvorba současné mapy

Postup tvorby mapy toku hodnot začíná výběrem správné rodiny produktů. [12] Pro pochopení toku hodnot v daném prostředí se vybírá jeden modelový produkt, který využívá charakteristický technologický postup a zastupuje nejčastější skupinu výrobků. [6] Výběr správné rodiny produktů se provádí na základě sestavení tabulky všech výrobků spolu s jejich výrobními postupy, nebo například pomocí ABC analýzy. [12, 6] Do mapy se zakresluje tok materiálu výrobním procesem s číselnými parametry pro každý proces (detailněji budou parametry procesů vysvětleny níže) a toky informací, které výrobu řídí. Takto vznikne výsledná mapa toku hodnot - modelová mapa zahrnující i ostatní produkty,



které využívají např. jen část výrobního postupu.[5] První verze mapy musí být verifikována v týmu. [6]

### 1.8.6 Měřené a výstupní veličiny

Při vytváření mapy toku hodnot současného stavu se k její kvalitativní složce přidávají ke každému výrobnímu úseku i kvantifikované a měřené veličiny. Nejčastěji se uvádějí pod anglickými zkratkami. Mezi základní patří:

- $VA^3$  - Čas zvyšující hodnotu výrobku. Jedná se o nezbytně nutný čas práce pro operace zvyšující hodnotu výrobku, za kterou je zákazník ochotný zaplatit.
- $C/T^4$  - Čas cyklu výroby. Je to doba mezi dokončením dvou po sobě následujících výrobků ve výrobě. Převrácená hodnota veličiny je výrobní frekvence. Čas jednoho opakování skupiny operací.
- $L/T^5$  - Průběžný čas výroby - Doba, která je potřeba, aby se jeden výrobek dostal z počátku výroby na její konec.
- $C/O^6$  - Čas změny nástrojů a seřizování strojů. Doba k seřízení stroje na výrobek s jinými parametry.[12]

Obecně platí, že  $VA < C/T < L/T$ .

Mezi dalšími parametry procesů nebo toku hodnot jsou v mapě zaznamenávány údaje: množství zásob mezi úseky výroby, OEE – celková efektivita zařízení, počet pracovníků na každém výrobním úseku, směnnost, výrobní dávka. [12]

Mezi výstupní veličiny patří VA index – Ten vypočítáme jako poměr časů, které nepřidávají hodnotu, a časů, kdy je produktu přidávána hodnota nebo kdy probíhají aktivity, které produkt přibližují zákazníkovi. Vyjadřujeme ji v procentuální míře. Cílem je VA index neustále zvyšovat eliminací časů nepřidávající hodnotu a zkracovat tím i průběžný čas celé výroby. [12]

---

<sup>3</sup> Vychází z anglického spojení value added.

<sup>4</sup> Zkratka cycle time – čas cyklu.

<sup>5</sup> Zkratka lead time - průběžný čas výroby.

<sup>6</sup> Zkratka change over time – čas seřizování.

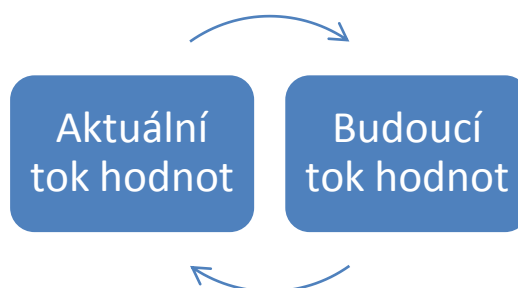
### 1.8.7 Druhy map

Tři mapy toků hodnot:

**Mapa současného stavu** – zachycuje současný stav dění ve výrobě. Tvoří základ pro vylepšování. Do mapy současného stavu se kreslí tzv. Kaizen bubliny – konkrétní návrhy na zlepšení v daném místě. Podle těchto změn je následně vypracován plán zavádění.

**Mapa budoucího stavu** – Mapa stavu, jak by měla vypadat společnost po zavedení změn. Vytváří se na počátku implementace změn navrhnutých v mapě současného stavu. Slouží pro budoucí ověření úspěšnosti zavádění naplánovaných změn. Po splnění stanovených cílů se z budoucí mapy stává mapa současná. Každá mapa budoucího stavu by se měla postupně přibližovat mapě ideálního stavu.

**Mapa ideálního stavu** – Vize jak by měl vypadat ideální stav ve společnosti. Měla by obsahovat konečný cíl, kam chceme, aby se společnost dostala. Měla by být značně agresivní. Agresivní tím, že stojí na vizionářských myšlenkách takových změn procesů společnosti, které se mohou zdát na první pohled nerealizovatelné např. zobrazovat



Obr. 8 – Koloběh tvorby map toku hodnot

procesy s absolutně nulovým plýtváním. Ideální mapa toku hodnot tvoří směr, předlohu a konečný cíl pro všechny změny v toku hodnot společnosti. [16]

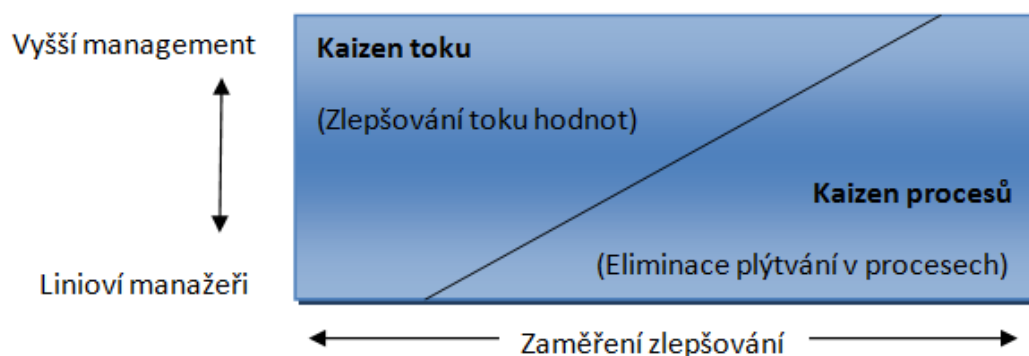
### 1.8.8 Personální řízení toku hodnot

Nedílná součást managementu toku hodnot je její personální vedení. Díky tomu, že společnosti mají tendenci být vnitřně organizovány podle oddělení a funkcí, je nezbytné, aby manažer toku hodnot stál částečně mimo tyto organizační struktury. Je to totiž osoba, která musí být schopna vidět tok hodnot z perspektivy celého výrobního procesu, nikoliv

jen z pohledu jednotlivých operací. Mezi hlavní úkoly manažera toku hodnot patří vedení tvorby současných a budoucích map, tvorba plánu zavádění změn, sledování a kontrola zavádění změn. [12]

Samotné personální řízení toku hodnot je děleno do dvou druhů :

1. **Kaizen toku** – Má na starosti vyšší management, který navrhuje a plánuje zlepšování v oblasti toku hodnot. Zaměřuje se na tok materiálu a informací.
2. **Kaizen procesů** – Je řízeno liniovými manažery, kteří mají na starost praktické zavádění změn na pracovišti. Zaměřuje na toky v jednotlivých procesech a na lidi v nich.



Obr. 9 Rozdělení řízení toku hodnot v managementu podniku

Pro úspěšný management toku hodnot jsou oba tyto týmy nezbytné. Zlepšení na straně jednoho týmu vyvolá zlepšení na druhé, a proto je důležitá kooperace mezi oběma týmy. [12]

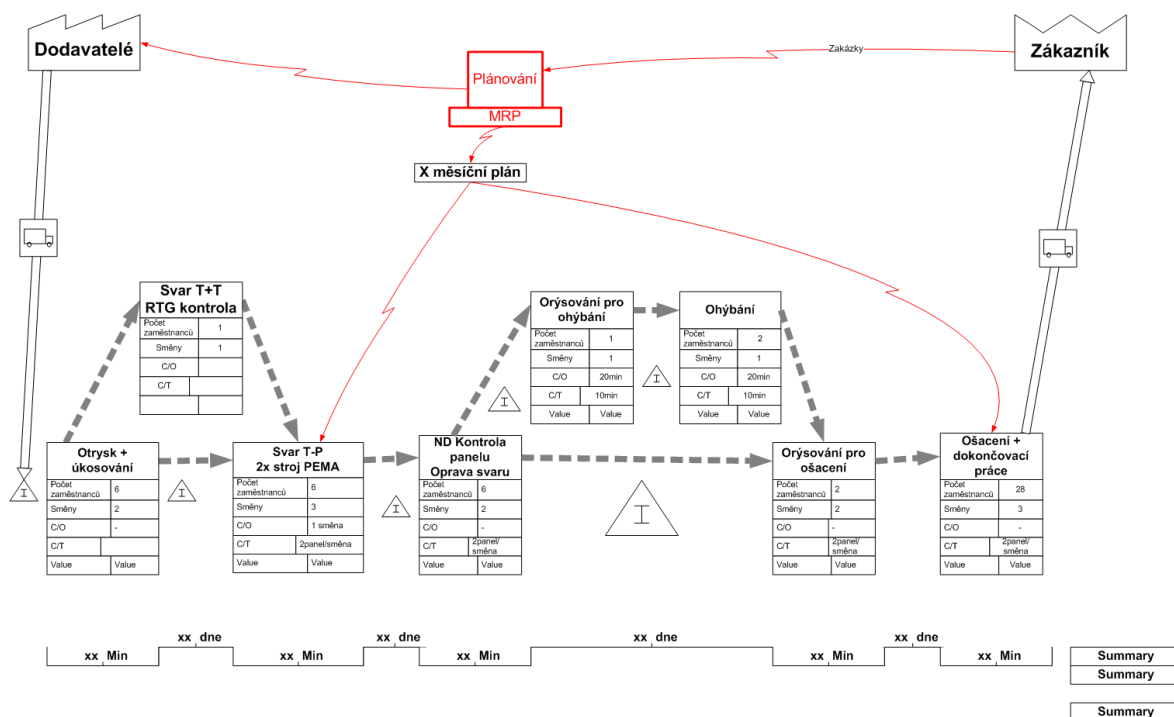
### 1.8.9 Dílčí shrnutí kapitoly managementu toku hodnot

Management toku hodnot je rychlá a snadná metoda analýzy současného stavu základních procesů v jakém se v podniku nacházejí. Hlavním úkolem tohoto nástroje je zobrazení, analýza a následná postupná eliminace plýtvání ve všech oblastech výroby, logistiky, vývoji nebo administrativě. Mapování toku hodnot dává možnost nejen k analýze současného stavu, ale i prostor pro okamžitá zlepšení ve formě vizualizace představy o stavu budoucím.

Tokem hodnot rozumíme veškeré procesy, které jsou „na cestě od materiálu k hotovému výrobku.

Metoda VSM je postavena na tvorbě mapy toku hodnot. Mapují se v ní toky materiálu, informací, metody řízení výroby. U jednotlivých stupňů výrobního procesu se zaznamenávají další parametry procesů a časy, kdy je přidávána hodnota výrobku proti času kdy není. Poměr těchto časů se nazývá VA index a je základní výstupní ukazatel mapy toku hodnot.

Mapování toku hodnot tím, že nutí k neustálému zlepšování vnitřních pochodů firmy, se pro management firmy může stát klíčem k nastartování změn vedoucích k zeštíhlování a efektivitě a větší stabilitě. Tato metoda je vhodná i pro externího pozorovatele (např. auditor, konzultant) jako silný nástroj k rychlému pochopení a zorientování se v kompletním systému výroby v daném podniku.



### Obr. 10 Mapa toku hodnot – ilustrace

## 1.9 Management úzkých míst

Management úzkých míst vychází z předpokladu, že každý systém např. systém řízení nebo výrobní proces v sobě obsahuje nejméně jedno úzké místo/omezení. Omezení lze chápat jako místo, které brání zbytku systému dosáhnout vyššího stupně výkonnosti. Pokud se takové omezení vyskytuje v prostředí podniku, brání mu vydělávat více peněz než doposud. [6]

Omezení se dají obecně rozdělit na 3 kategorie:

1. **Omezení fyzická** - může se jednat o stroje, lidské i hmotné zdroje, zařízení. Bývají lehce odhalitelná i odstranitelná.
2. **Omezení manažerská** – jsou to omezení v řízení způsobené špatnými rozhodnutími a chybně vytvořenými pravidly, kterými se daná organizace řídí. Důsledky těchto manažerských chyb se projevují špatnou personální politikou, nesprávným výběrem subdodavatelů, nedostatečně vyškoleným personálem apod. Tyto omyly jsou poté základem pro fyzická omezení v podniku. Mají samozřejmě vliv následně i na způsob odhalování a odstraňování takových omezení. Celkově jsou manažerská omezení brzdou v procesu neustálého zlepšování.
3. **Omezení v chování lidí** – paradigmaty v chování lidí v podniku. Jdou shrnout jako názory, které nemají objektivní oporu v realitě věci. Může se jednat o domněnky, předsudky i mylná přesvědčení nebo neschopnost přiznat vlastní chybu. Blokace v psychice lidí jsou často příčinou v neúspěšné identifikaci manažerských omezení.[6]

Pokud se chce podnik omezení, neboli úzkých míst, zbavit, je nutné, aby se k této problematice přistupovalo systematicky. Systém managementu úzkých míst je tvořen těmito kroky:

- **Identifikace** – analýza oblasti, ve které se omezení hledá.
- **Rozhodování o využití** - pokud je úzké místo správně identifikováno, je nutné přijmout rozhodnutí o řešení, jak k úzkému místu přistupovat. Snaha je omezit ztráty v takovém místě na minimum.

- **Podřízení úzkému místu** – jakmile je rozhodnutí o úzkém místě nalezeno, je nutné, aby se vše tomuto rozhodnutí podřídilo. Primárním cílem je podříditi ostatní prvky systému tak, aby úzké místo zlepšilo svůj výkon v co nejvyšší míře.
- **Odstranění** - hledání způsobu, jak úzké místo eliminovat – změnami v řízení systému, novou investicí. Na odstranění úzkého místa je většinou nutné vynaložit nemalé zdroje firmy.
- **Další akce** – krok k zabezpečení procesu neustálého zlepšování. Po eliminaci jednoho úzkého místa začíná s hledáním nového a celý proces se tak vrací do bodu 1. [6]

### 1.9.1 Nástroje k identifikaci omezení

K identifikaci se používají 3 základní techniky:

1. **Metoda TOC – Theory of Constraints – teorie omezení.** Metoda TOC sleduje průtok v podniku pomocí ukazatelů zásob, provozních nákladů, cash flow, návratnosti investic, čistého zisku.
2. **Příznaky** – Hledání úzkého místa založené na „selském rozumu“ – sledováním činností v provozu výroby, v evidenci opožděných úkolů apod.
3. **Kapacitní výpočty** – výpočty produktivity výrobních úseků za čas. Při plánování pomáhají identifikovat, kde se bude úzké místo nacházet. Ze záznamu skutečných údajů o výrobě se pak dá úzké místo najít zpětně. [6]

### 1.9.2 Využití úzkého místa

Po fázi, kdy bylo úzké místo identifikováno pomocí výše popsaných metod, spočívá další práce v tvorbě řešení, jak k úzkému místu přistupovat. Primární snaha je v maximalizaci výkonu úzkého místa v podobě, v jakém se nachází, tzn. bez dodatečných investic. Přistupuje se k detailnější analýze samotného místa a k jeho ošetření. Ošetření úzkého místa znamená odstranění plýtvání v tomto místě, proškolení obsluhy k pochopení významu úzkého místa, minimalizace poruch nekvality a seřizovacích časů a v řízeném zlepšování procesů v daném místě pomocí metody Kaizen. [6]

### 1.9.3 Podřízení se úzkému místu

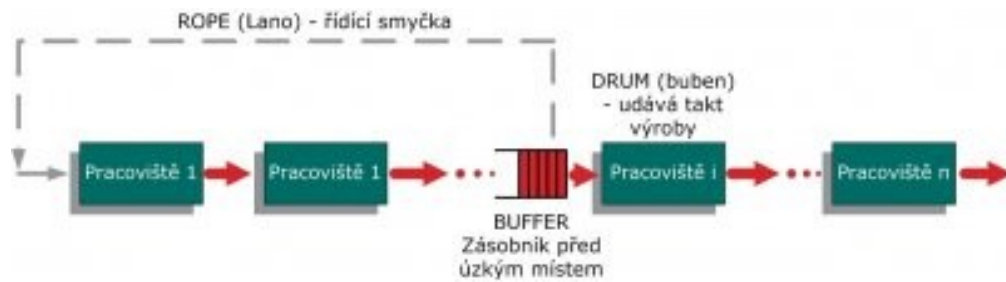
Podřízení pro potřeby úzkého místa je dalším krokem k naplnění cíle o jeho maximalizaci využití. Znamená řídit a nastavit ostatní procesy ve výrobě dle následujících pravidel:

1. Ochrana úzkého místa – zamezení čekání na předchozí kroky ve výrobě. Neznamená to nutně vytvořit zásobu před úzkým místem. Synchronizace časů se dá řešit i kladným rozdílem časů mezi plánovanou a skutečnou dodávkou zdrojů pro práci. Ochranu úzkých míst se dá řešit i pomocí specializované metody DBR – drum-buffer-rope (viz kapitola 1.8.4).
2. Kontrola kvality před úzkým místem – využívání omezení k práci na neshodných výrobcích znamená snižování kapacit v tomto místě.
3. Výběr vyráběných produktů – pokud má úzké místo nedostatečnou kapacitu pro celý stávající sortiment výrobků, musí se stanovit pravidlo určování, které výrobky v sortimentu zůstanou. Rozhoduje se na základě množství peněz, které vytváří výrobek za jednotku času při jeho průchodu úzkým místem.
4. Přemístění části úkolů jinam – pokud to technologický postup dovoluje, využít k části úkolů úzkého místa i výrobní kapacity jiných výrobních úseků. Volná kapacita neúzkých zdrojů není žádoucí jev.
5. Změna velikosti dávek – hledání optimální výrobní dávky mezi požadavky průběžného času výroby a efektivity úzkého místa.[6]

### 1.9.4 Metoda DBR

Metoda DBR je jedna z možností ochrany úzkého místa. Zkratka DBR vychází ze spojení slov drum-buffer-rope, v češtině pak buben-zásobník-lano. Pomocí metody DBR se ve výrobním procesu regulují operace před úzkým místem podle tak, aby výkonnost úzkého místa nebyla ohrožena například výpadky dodávek materiálu z předchozích operací. Cílem je maximalizace využití úzkého místa. Úzké místo udává takt (bubnuje) výrobě před ním. Řídící smyčkou („lanem“) je pak úzké místo propojeno se vstupem materiálu do výrobního systému. Před úzkým místem je umístěn zásobník – pojistná zásoba, která zabraňuje výpadku produkce v úzkém místě. [17]





Obr. 11 – Schéma aplikace metody DBR – [17]

### 1.9.5 Dílčí shrnutí managementu úzkých míst

Pokud se ve výrobě objeví úzké místo, je zásadním problémem ve výkonnosti celé společnosti. Ve výrobním procesu způsobuje úzké místo omezení kapacity pro celou výrobu. Prvotní příčiny vzniku úzkých míst lze hledat v lidech a v omezení v jejich chování. Nedostatečná schopnost dívat se na problémy novými způsoby a přiznat si případné chyby vede ke špatným manažerským rozhodnutím. Ale na manažerských rozhodnutích jsou veškeré pochody v podniku postaveny, a pokud jsou rozhodnutí v takové společnosti chybná, pak mají za následek přímá fyzická omezení a ty již mají přímý vliv na finanční výsledek podniku. Základem managementu úzkých míst je neustálé hledání těchto omezení a jejich řešení. Přístup řešení fyzického omezení ve výrobě (viz druhy omezení v kapitole 1.8) je založen na snaze o maximalizaci využití zdrojů úzkého místa. Snaha o maximalizaci produktivity stávajícího úzkého místa by se měla stát hlavním cílem celého podniku. Pokud ani tyto snahy nevedou k odstranění úzkého místa, přistupuje se ke zvyšování kapacity místa pomocí dodatečných investic. V tomto případě je nutné zvážit přínosy a návratnost takové investice – identifikovat budoucí omezení.

## 2 Analýza současného stavu

Analýza současného stavu byla provedena v podniku Vítkovice Power Engineering a.s. v PJ Linka membránových stěn. Cílem analýzy je pomocí analytických metod štihlé výroby popsat současný stav v jakém se linka MeS nachází.

### 2.1 Představení společnosti Vítkovice Power Engineering a.s.

Společnost Vítkovice Power Engineering a.s. byla zapsána do obchodního rejstříku 1.ledna 2004 se základním jměním ve výši 1 mld. Kč. Následně 1. června 2008 se na Vítkovice Power Engineering a.s., jako na nástupnickou společnost, přešlo v důsledku fúze sloučením společností Vítkovice - Export, a.s., Vítkovice Hard a.s. a důsledku sloučení s odštěpenými středisky rozdělované společnosti Vítkovice Heavy Machinery a.s: NS 822 - Mostárna, NS 830 - Energetické strojírenství, NS 463, 890 - Engineering a NS 445 - Projekce a konstrukce. Společnost Vítkovice Power Engineering a.s. je začleněna do skupiny Vítkovice Machinery Group vedené společností Vítkovice a.s. [18]

Hlavní činností společnosti Vítkovice Power Engineering a.s. je výroba zařízení pro energetický, chemický, petrochemický a hutní průmysl. Dále se zabývá výrobou smaltovaných nádrží, zařízení pro bioplynové stanice, čistírny odpadních vod, ocelových konstrukcí, povrchovými úpravami materiálů, zinkováním a komplexní realizací investičních celků jako byla např. výstavba kotelen téměř všech tepelných energetických zdrojů na hnědé i černé uhlí v České republice (Tušimice I a II, Počerady, Chvaletice, Dětmárovice aj.).[19]

Podle poslední dostupné výroční zprávy z roku 2010 vytvořila společnost Vítkovice Power Engineering a.s. hospodářský výsledek před zdaněním ve výši 383 424 tis. Kč. Celková výše tržeb za prodej výrobků a služeb v roce 2010 činila 4 047 494 tis. Kč, z toho export dosáhl výše 806 774 tis. Kč tj. 20 %. Tržby do zemí EU představovaly 95 % z hodnoty celkového exportu. Celková výše závazků z obchodních vztahů k 31. 12. 2010 činila 825 646 tis. Kč, byly tvořeny krátkodobými závazky ve výši 794 966 tis. Kč a dlouhodobými závazky ve výši 30 680 tis. Kč. [18]

## 2.2 PJ 815 - Linka membránových stěn

Linka membránových stěn je nově zřízená podnikatelká jednotka v rámci podniku Vítkovice Power Engineering a.s. Její součástí je výrobní hala o rozloze 14800 m<sup>2</sup> na výrobu tzv. membránových stěn – hlavní prvek energetických kotlů a výparníků pro energetický a chemický průmysl. Svůj provoz začala 1. února 2010 a k datu 3. března 2012 zaměstnává celkově 156 zaměstnanců. Počáteční investice ve výši 0,5 mld. Kč byla vynaložena jako součást strategického záměru v posílení vlastní pozice podniku v komplexních dodávkách technologií na klíč. [20]

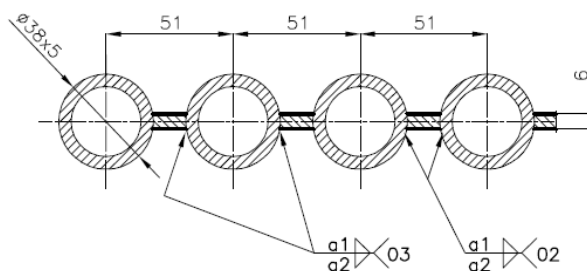
V současné době se PJ MeS podílí na zakázkách skupiny ČEZ “Komplexní obnova elektrárny Průněřov II” a zahraničních projektech výroby energetických zařízení pro OK spalovnu “Runcorn 2” v Anglii a na výstavbě uhelné elektrárny "Yunus Emre" o výkonu 2x145 MW v Turecku. [20]

## 2.3 Popis výrobního postupu a výrobních zařízení

Membránová stěna je svařovaný výrobek složený z podélně a k sobě svařených celků P-T-P, pásek trubka pásek. Pro lepší představu přikládám výtah z výrobní dokumentace.

### DETAIL DÍL. SVARU PÁSEK-TRUBKA

M 1:2



Obr. 12 – Čelní pohled na část membránové stěny [21]

Samotná výroba membránové stěny se rozděluje na dvě části. V první fázi se vyrábějí jednotlivé panely, ze kterých se v druhé fázi membránová stěna ošacuje – panely se skládají a stehují na požadovaný rozměr, následně se provádějí dokončovací práce jako je přivařování požadovaných technologických prvků, konečná kontrola kvality vyrobené stěny, nanášení ochranných a přepravních nátěrů apod.

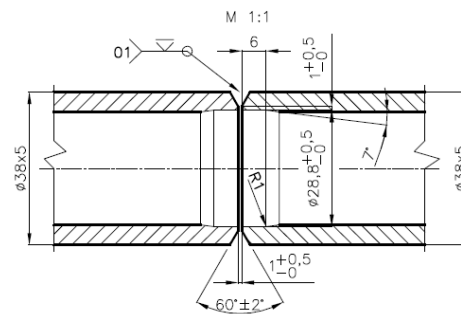
### 2.3.1 Automatická linka svařování trubek

Výroba panelů membránové stěny začíná na Automatické lince svařování trubek. První operací je tryskání trubek. Tryskáním se povrch trubek zbavuje zbytkových okují, rzi a nečistot. Následně se trubky upínají do stacionárních úkosovaček, kde opracují oba konce trubek. Úkosovací hlavy jsou monolitické s vyměnitelnými noži, což zajišťuje dodržování stabilních rozměrů úkosů a zarovnání čela. Posuv mezi jednotlivými stroji je zajištěn válečkovými dopravníky. K maximálnímu využití výrobních délek od dodavatele slouží linka pro svařování trubka-trubka. Tento postup je nejčastěji využíván při potřebě výroby panelů o délce 15 m a více. Vstupním polotovarem jsou trubky délek max. 12 m, které jsou svařovány na požadované délky, avšak max. délky 25 m. Pro svařování tupých spojů slouží automat pro svařování metodou 141 - Obloukové svařování netavicí se elektrodou v inertním plynu - TIG, kde je hořák ve stabilní poloze a otáčí se trubka. Jako ochranná atmosféra je použit plynný argon. Po svařování je převýšení svarů přebroušeno na vnější průměr trubky. Následuje RTG kontrola v rentgenové kabině (četnost kontrol je určena svařovacím a zkušebním plánem). Pokud jsou sváry na trubce klasifikovány jako vyhovující je trubka dělena na požadované délky a vstupuje dále do procesu výroby membránových stěn.[21]

Souhrnný seznam zařízení automatické linky svařování trubek:

- Tryskač trubek
- Stacionární úkosovačky
- Automat pro svařování metodou 141 (TIG)
- RTG kabina kontroly tupých spojů
- Pila na dělení trubek
- Razička pro označení trubek

DETAIL DIL. SVARU TRUBEK "AUTOMAT"



Obr. 13 – řez pozice svařování trubka-trubka [21]

### 2.3.2 Linka pro svařování panelů MeS

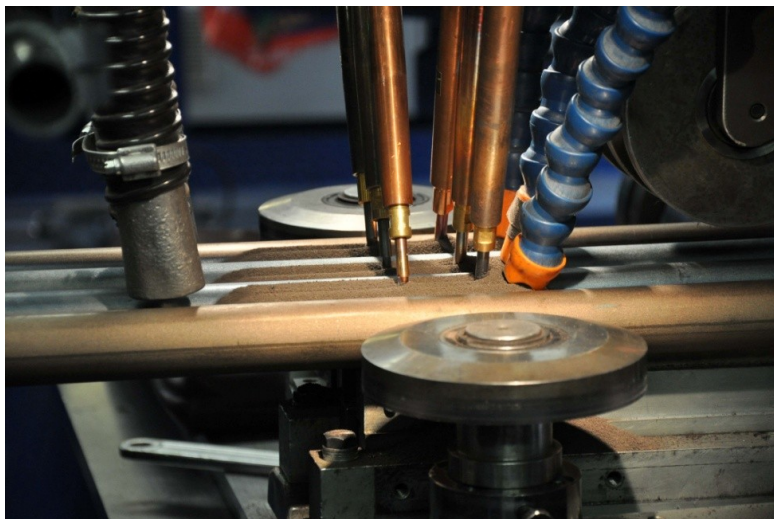
Linka slouží pro svařování trubek s pásky v panely MeS maximální šířky 2 000 mm a délek surových neořezaných stěn od 5 do 25 m včetně všech technologických přídavek. Trubky jsou pomocí podávacího mechanismu předány z linky svařování trubek. Pásek je dodáván ve formě svitku a následně rovnán a kalibrován. Svařování se provádí na dvou automatech pod tavidlem, mezi nimiž je zajištěn posuv pomocí válečkových dopravníků.[21]

#### 2.3.2.1 Kalibrovačka pásků

Pásky jsou dodávány v cívkách, které jsou odvíjeny a procházejí mechanickou povrchovou úpravou ve tryskacím boxu, kde jsou z povrchu odstraňovány nečistoty, zbytky okují a rzi. V kalibrovacím stroji jsou pásky kalibrovány na požadovanou šířku a rovnány při zachování počáteční tloušťky pásků. Při kalibraci pásku na šířku dochází ke vzniku tzv. soudků. Zkalibrovaný pásek je následně dělen dle požadovaných délek stěny.[21]

#### 2.3.2.2 Automat pod tavidlem PEMA

V provozu membránových stěn jsou dva automaty a na každém z nich je šest svařovacích hlav (obr. 4). Nedílnou součástí svařovacího automatu jsou vstupní a výstupní dopravníky. Svařovací agregát je průběžný dopravník osazený vodícími kladkami a 6 ks svařovacích hlav. Stěny se svařují postupně z menších celků ve větší do celkové požadované šířky panelů. Svary se 100 % kontrolují vizuálně a další nedestruktivní kontroly jsou prováděny na základě příslušného svařovacího plánu.[21]



Obr. 14 – Fotografie svařovacích hlav automatů PEMA

### 2.3.3 Pracoviště kontroly a oprav

Panely se po svařování na automatu PEMA dále přesunují na pracoviště kontroly a oprav. Zde se provádí nedestruktivními metodami kontrola vyrobených panelů. Pokud se při nedestruktivních metodách kontroly objeví na panelu vada, jsou následně na panelu prováděny nezbytné opravy. Nejčastěji se panel zbavuje povrchových vad, vad svarů, šavovitosti a zvlnění svařenců. Opravy neshodných svarů se provádí vybroušením, přípravou a následným ručním svařením dle WPS. Panel zbaven všech vad je následně připraven pro další výrobní operace. [21]

### 2.3.4 Ohýbačka panelu MeS FL 3000

Pokud to výrobní postup vyžaduje, jsou panely orýsovány a následně ohýbány na požadované rozměry. Ohýbačka HVBM 3200 CNC je určena pro ohýbání panelů membránových stěn, nebo volně vložených trubek. Maximální úhel ohybu je 130°. Tento úhel lze využít pro přímý nebo spirálový ohyb stěn nebo trubek. Pro ohýbání stěn přímým ohybem se využívají válce s šířkou vodících kladek odpovídající průměru trubek. Pro šikmý se využívají válce hladké.[21]

### 2.3.5 Pálicí stroj RUM 3000 CNC

Jedná se o CNC pálicí stroj řady RUR s řezací rychlostí 50-20000 mm/min. Vyrobené výpalky se následně ve fázi ošacování navařují na hotovou stěnu. [21]

### 2.3.6 Ošacení

Na výrobu jednotlivých panelů navazuje výrobní fáze ošacení. Z této fáze se vyrobené panely již sestavují do větších celků – membránových stěn. Panely jsou sestaveny vedle sebe a dočasnými svary nastehovány. Následně jsou orýsovány pro navařování nezbytných technologických prvků. Probíhá zde také konečné rovnání panelů a následně závěrečná kontrola kvality svaru a tlakové zkoušky trubek. Po nanesení ochranných nátěrů je stěna rozebrána na přepravní velikosti a expedována zákazníkovi.

## 2.4 Analýza současného stavu z pohledu štíhlé výroby

Záměrem práce bylo pojmout výrobu a k ní náležící pochody na lince MeS jako celek a poté se detailněji zaměřit na fázi výroby jednotlivých panelů membránové stěny. Nejprve byla z důvodu lepší orientace v časech výroby a možnosti následného porovnání proveden dle poskytnutých dat o výrobě rozbor odvedených hodin již hotové zakázky výroby zadní stěny výparníku v projektu „Komplexní obnova elektrárny Pruněrov II“. Následně byla použita analytická metoda štíhlé výroby - provedena analýza toku hodnot včetně mapy toku hodnot založenou na reálném pozorování průběhu výroby.

### 2.4.1 Rozbor zakázky

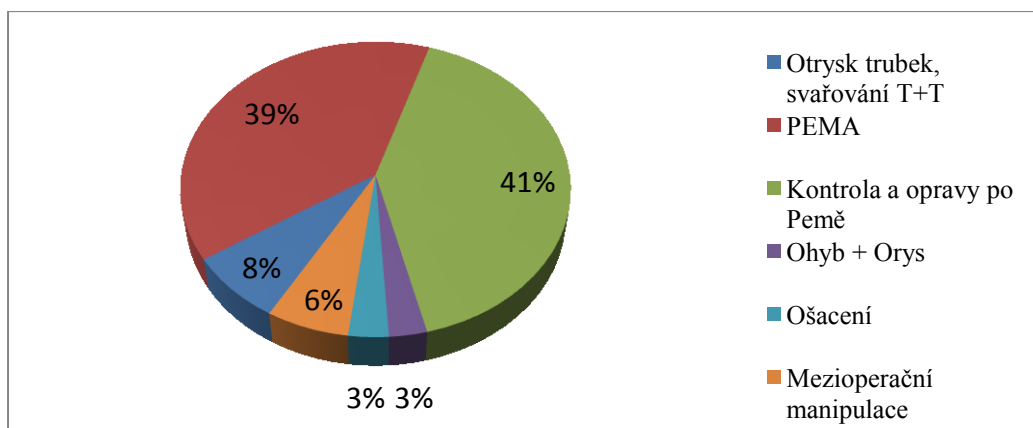
Zakázka 3-580-3003-9 byla tvořena 22 panely membránových stěn o rozměrech 8 až 77 trubek 38x5 nebo 35x5 o délce 6,25 m až 16 m. Zakázka byla postupně realizována v časovém období od 8. června 2011 až do 24. února 2012. Mezi jednotlivé operace byly odvedené hodiny rozděleny následovně:

Výrobní operace	Odvedené hodiny - Oh	z toho vícepráce (h)	podíl vícepráce na Oh (%)	Počet směn/den	Počet pracovníků /směna	Časový fond pradoviště/den (h)
Otrysk trubek, svařování T+T	227,68	12,5	5,49	3	2	45
PEMA	1195,85	0	0,00	3	2,5	112,5
Kontrola a opravy po Pemě	1260,56	875,4	69,45	2	6	90
Ohýbání + Orýsování	87,82	0	0,00	1	2	30
Ošacení	93,28	0,00	0,00	3	4	90
Mezioperační manipulace	192	49,2	25,63	3	1	22,5
<b>Celkem</b>	<b>3057,19</b>	<b>937,1</b>	<b>30,65</b>	-	-	-

Tab. 1 Tabulka souhrnných časů zakázky



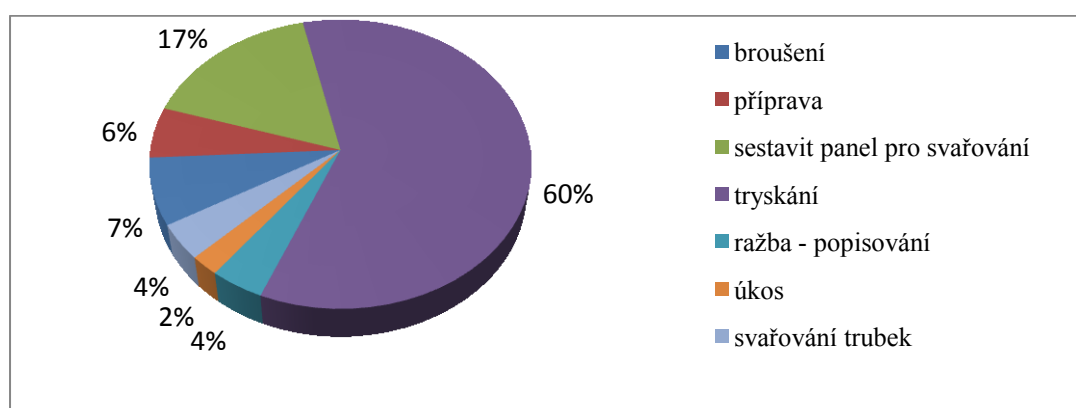
Celkově bylo za tuto zakázku odvedeno 3057,19 h. Z celkového počtu hodin bylo označeno 947,1 h jako vícepráce což činí téměř 31 % celkového času. Největší podíl vícepráce je na pracovišti Kontroly a oprav po svařování na automatech PEMA.



Graf 1 – rozložení odvedených hodin mezi pracoviště

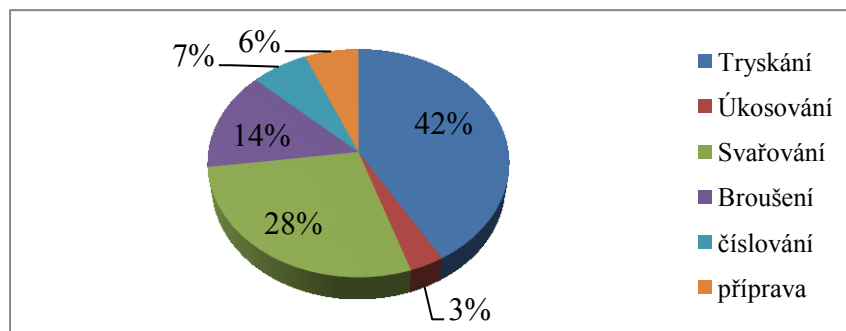
Nejvíce odváděných hodin spadá na pracoviště PEMA 39 % a následné pracoviště Kontroly a oprav 41 %, kde se kontrolují a odstraňují vady vzniklé při svařování na strojích PEMA. Pracoviště Automatického svařování trubek se podílelo na odvedených hodinách v podílu 8 %.

Rozbor časů na pracovišti Automatického svařování trubek:



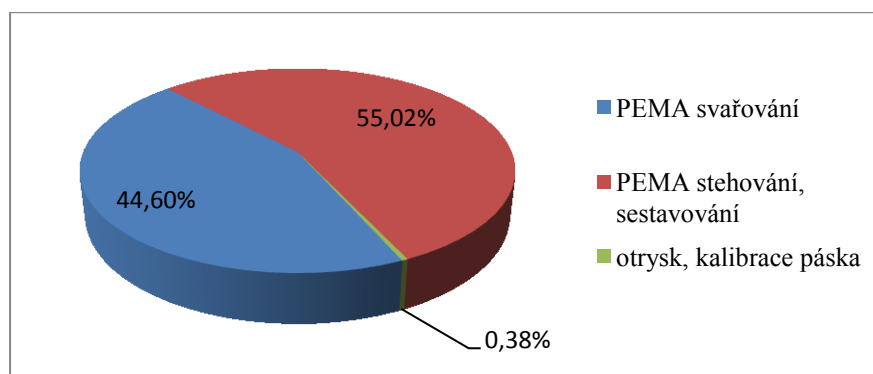
Graf 2 - Rozbor časů celé zakázky na pracovišti Automatického svařování trubek

Podíl času samotného svařování trubek je relativně nízký. V tomto případě to bylo způsobeno malým zastoupením panelů, u kterých bylo nutné trubky svařovat. Jak vypadá rozdělení časů operací, pokud je nutné pro panel použít trubky svařované (tj. delší než 14,2 m), ukazuje následující graf:



**Graf 3 - Rozbor časů na pracovišti Automatického svařování trubek při svařování T+T**

Na pracovišti svařování panelů PEMA se čas rozděluje na fázi přípravnou, kdy jsou trubky z předchozí operace nachystány, sestaveny a nastehovány. Pak následuje fáze samotného svařování a kontroly kvality. K pracovišti PEMA náleží i pracoviště kalibrace pásky. Časy operací jsou rozděleny takto:



**Graf 4 - Rozbor časů celé zakázky na pracovišti linky PEMA**

Pro výrobu všech 22 panelů výše uvedené zakázky bylo dohromady použito 8923,25 m trubek. Z důvodu velkého rozpětí variant vyráběných panelů a získání lepšího přehledu o průměrných časech pro jeden panel v jednotlivých výrobních operacích, jsem se rozhodl rozdělit celkové množství materiálu na 18 ks stejných panelů o rozměrech 38PTP×13,04 m. Tyto rozměry se od nejčastěji v zakázce vyráběného panelu 38PTP×14 m liší jen nepatrně a nemělo by to tudíž výsledky výpočtů zkreslit nad únosnou míru. Na základě těchto výpočtů a dle údajů o zakázce, informací o počtu pracovníků a časovém fondu pracovišť – uvedené v tabulce 1, jsem zpracoval jednoduchý přehled výkonnosti pracovišť.

Příklad výpočtu výkonnosti pracovišť z poskytnutých údajů o zakázce. Výpočet jejich propustnosti ve výrobním procesu.

$$\text{denní časový fond pracoviště} = DJ * h * s$$

$$\text{denní výkonnost pracoviště} = \frac{\text{denní časový fond pracoviště}}{\frac{Oh}{\text{počet ks vyrobených panelů}}}$$

DJ – počet pracovníků na daném pracovišti za směnu

h – počet hodin za směnu

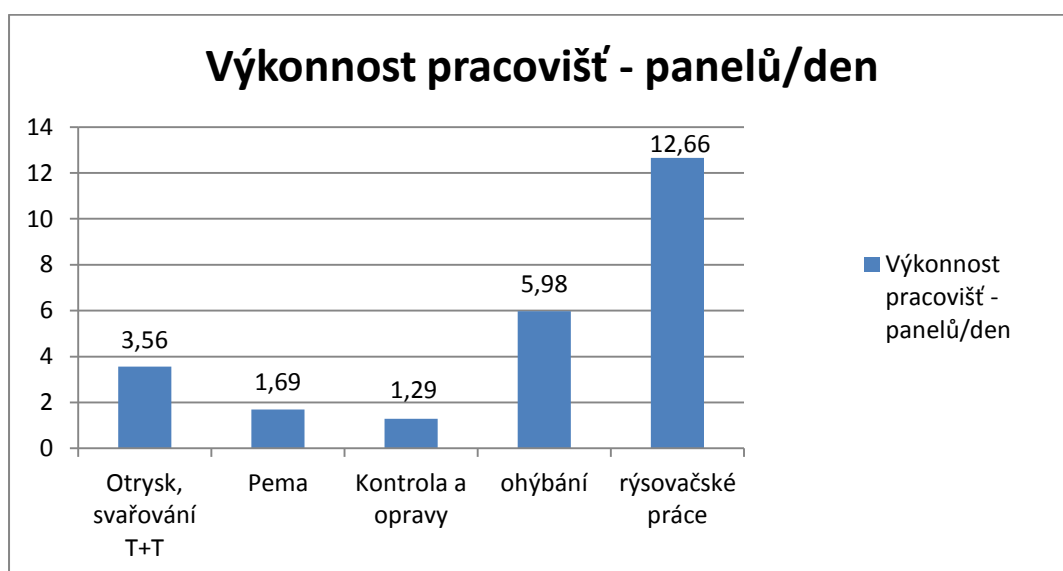
s – počet směn

Oh – celkové množství odvedených hodin v daném pracovišti za zakázku

#### Denní výkonnost pracoviště Tryskání a svařování T+T :

$$\text{denní časový fond pracoviště} = 3 * 7,5 * 3 = 45 \text{ h/den}$$

$$\text{denní výkonnost pracoviště} = \frac{45}{\frac{227,68}{18}} = 3,56 \text{ panelů /den}$$



Graf 5 – Výkonnost pracovišť při realizaci zakázky

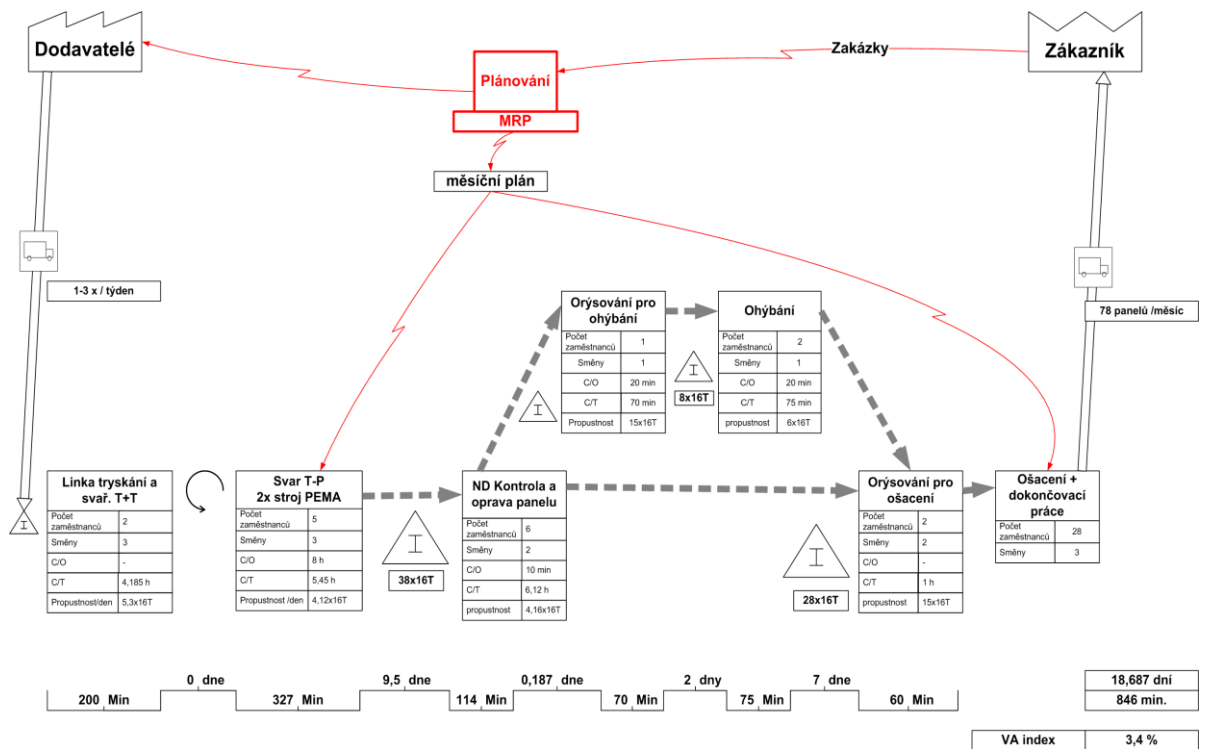
Dle sestaveného grafu lze označit za stěžejní články výrobního procesu pracoviště svařování panelů membránových stěn PEMA a zejména pak pracoviště Kontroly a oprav. Jestli jsou tyto dva články úzkými místy i ve skutečnosti však nelze z určitostí říct, vzhledem k tomu, že údaje, které sloužily pro výpočty k tomuto grafu pocházejí z informačního systému, který v sobě nemusí zahrnovat veškeré aspekty výroby, které mají vliv na její plynulý tok, nebo nedokáže zhodnotit místa a příčiny plýtvání jako je např. aktuální množství mezioperační zásoby. I z tohoto důvodu je jako hlavní analytická metoda použita analýza toku hodnot, která je založena na přímém pozorování a sběru dat z prostředí výroby.

## 2.5 Analýza toku hodnot

Hlavním cílem analýzy současného stavu v této práci bylo analyzovat výrobu membránových stěn z pohledu štíhlé výroby - najít v podniku zdroje plýtvání a označit místa, které jsou, za vznik neefektivity, odpovědné. K tomuto účelu byla využita analýza toku hodnot a na základě teoretických znalostí popsanych v kapitole 1.7 vytvořena mapa toku hodnot.

Mapa toku hodnot zobrazuje tok hodnot celou výrobou Linky membránových stěn. Záměrem analýzy bylo zaměřit se detailněji na první fázi výroby membránové stěny - výrobní část jednotlivých panelů. Vyráběné panely se sice liší svými parametry i v rámci jedné zakázky, ale výrobní postup i rozdílných panelů je téměř identický. Proto zjišťované výsledky považuju za aplikovatelné pro širokou škálu variant vyráběných výrobků a z tohoto důvodu řešit hledisko výběru modelové linie toku hodnot v případě Linky MeS není nutné. Jako typový reprezentant byl zvolen panel typu 16Tx16,3 m, který se v době analýzy vyskytoval ve výrobním procesu nejčastěji. Ostatní typy panelů jsou na rozměry typového reprezentanta přepočítány.

### 2.5.1 Mapa toku hodnot aktuálního stavu



Obr. 15 – Mapa současného toku hodnot

Na obrázku 15 (ve větším formátu je uveden v příloze B) je zobrazena mapa toku hodnot aktuálního stavu z 12. března 2012. Zobrazuje tok hodnot/materiálu celou výrobou na Lince MeS skrz hlavní výrobní operace. U pracovišť a operací první fáze výrobního procesu jsou zaznamenány náležité informace o počtu zaměstnanců daného úseku, směnnost, čas taktu výroby, časy přenastavení a celková denní propustnost jednotlivých pracovišť a operací. Mezi operacemi je graficky i hodnotově vyobrazena zásoba rozpracované výroby. Je zakreslen i tok informací plánování výroby. Na základě získaných dat jsou ve spodní části mapy zaznamenány časy přidávající a nepřidávající hodnotu ve výrobě.

Hlavní výstupní údaj VA index má hodnotu 3,4 %, kdy součet časů přidávajících hodnotu činí 846 minut a celkový průběžný čas výroby jednoho panelu 16Tx16,3 m je 18,687 dnů.

Hodnota VA 846 minut platí pouze pro případ, že část množství prováděné práce na pracovišti oprav považujeme za přidávanou hodnotu<sup>7</sup>.

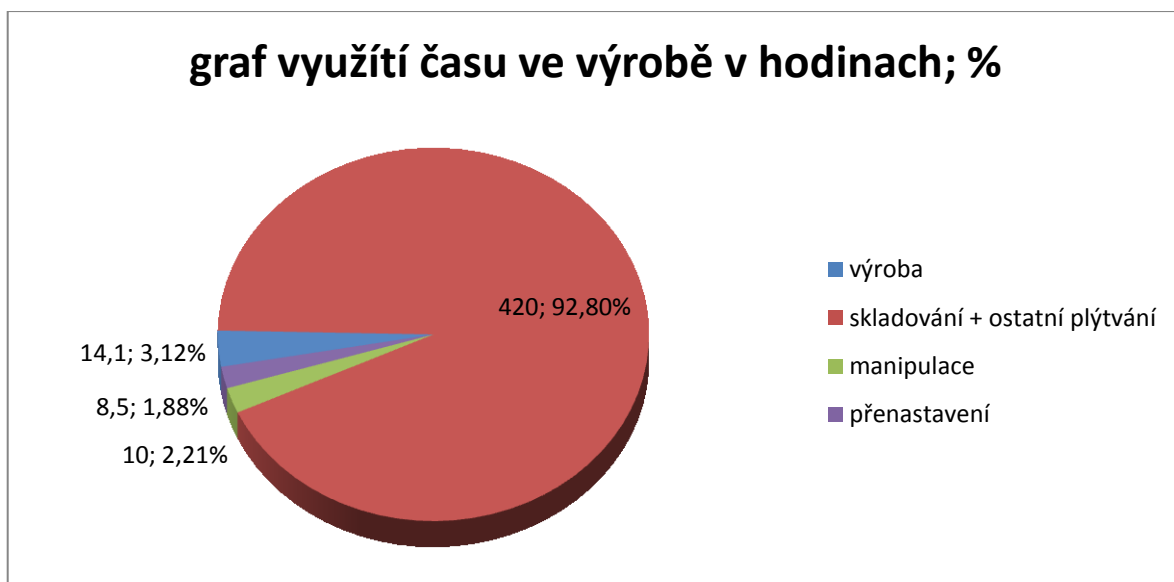
K hodnotě 18,6877 dnů, která se vypočítává z množství zásob, nejsou zahrnuty skladové zásoby surového materiálu. Hlavní odůvodnění, proč jsem tyto zásoby nezahrnul do výpočtu VA indexu, vidím v principu fungování Linky MeS, kdy veškerá výroba se řídí dle zakázek zákazníka - za bodem rozpojení, tudíž zásoba surového materiálu se řídí dle požadavků na konkrétní zakázku a nevnikají zde ve skladovém hospodářství možnosti pro plýtvání. A naopak zahrnout množství přes 550 tun materiálu do zkoumaného toku hodnot by vedlo k velkému zkreslení analyzované oblasti.

---

<sup>7</sup> Dle definice co je a není hodnota, by se čas oprav za čas přidávající hodnotu považovat neměl, ale z důvodu, kdy jsou opravy součástí výrobního postupu a dokumentace, jsem se rozhodl procento času oprav, které nejsou označeny jako vícepráce (tj. 31%), do časů VA zahrnout.

### 3 Vyhodnocení analýzy

Rozbor současné mapy toku hodnot má za účel vyhodnotit stav, který mapa zachycuje, správně v ní identifikovat plýtvání a určit jeho původ a příčinu.



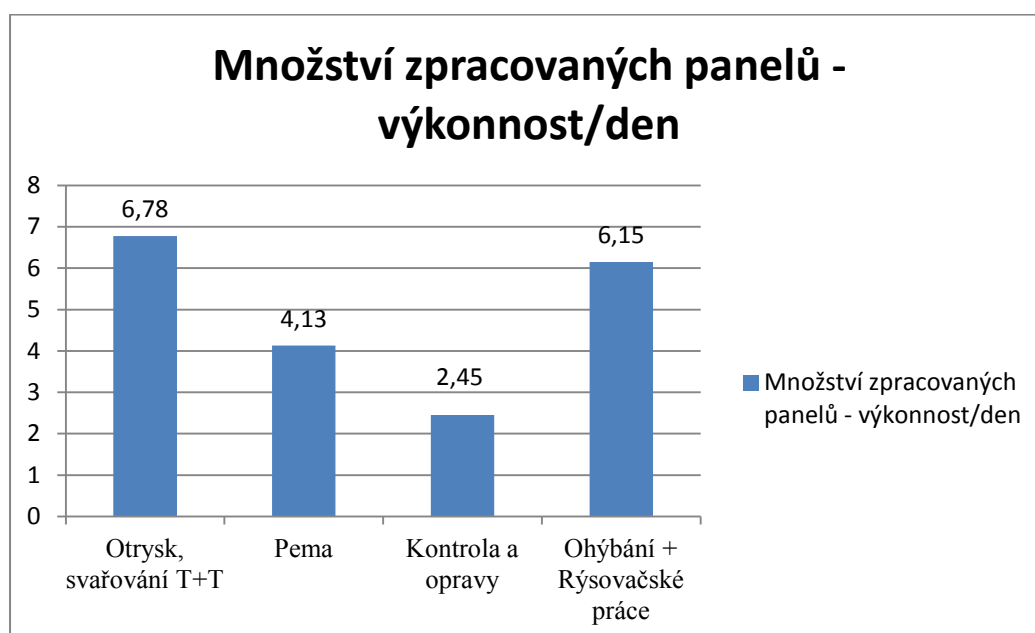
Graf 6 – Rozdělení času uvedených činností ve výrobě

Rozbor jednotlivých časů činností ve výrobě jednoznačně označil skladování jako činnost s největším podílem na času výrobního procesu. Panel membránové stěny stráví přes 90% času ve výrobním procesu pouze čekáním. Ze všech uvedených činností pouze výroba nepředstavuje plýtvání a na celku se podílí hodnotou pouze 3,12 %. Největší plýtvání v procesu výroby membránového panelu lze proto hledat v nadměrném skladování a velkém množství rozpracované výroby.

V mapě toku hodnot současného stavu lze identifikovat tři místa skladování rozpracované výroby. Velké množství zásob se nachází před operacemi Kontroly a oprav, rýsovačskými pracemi pro ošacení a ohýbání. Nadměrná zásoba je jeden z druhů plýtvání, který je nejmarkantnější, ale ne vždy jde o zásobu bezúčelnou. V případě zásob před operací „orýsování pro ošacení“ jde o zásobu účelovou a nutnou, jelikož výrobní dávka této operace je o velikosti všech potřebných panelů pro jednu část membránové stěny – rýsovačské práce se provádí až při sestavení všech potřebných panelů dohromady. Zásoba před ohýbáním už užitečná není, ale vzhledem k jejímu množství a rychlosti taktu, ohýbání úzké místo momentálně nepředstavuje.

### 3.1 Identifikace problému

Jako první nejviditelnější problém spolu s největší předoperační zásobou je spatřován v operaci Kontroly a oprav. Jedná se o místo, přes které procházejí veškeré panely svařované na strojích PEMA. Jako příčinu vzniku takového množství předoperačních zásob lze najít v nedostatečné výkonnosti – propustnosti přes pracoviště. Na základě údajů o taktu výroby a směnnosti byly vypočítána propustnost jednotlivých operací kolem pracoviště oprav.



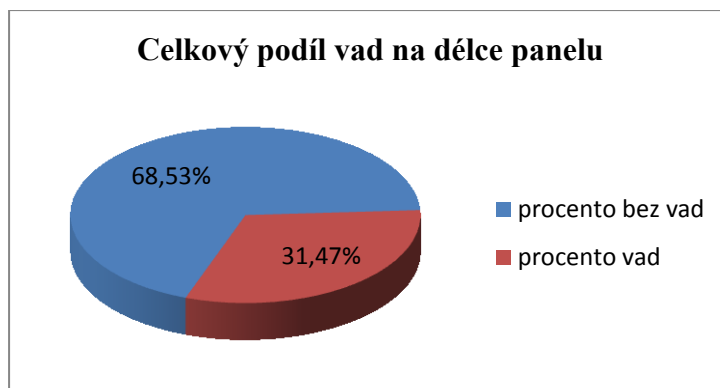
Graf 7 – Výkonnost pracovišť dle údajů aktuální mapy toku hodnot

Z grafu je patrné, že výkonnost pracoviště oprav je nejnižší ze všech uvedených a lze jej definitivně označit za úzké místo v celém procesu výroby membránového panelu. Toto zjištění koresponduje s analýzou zakázky provedenou v kapitole 2.4.1. Oproti provedené analýze zakázky se zde ukazuje ještě větší procentuální rozdíl v kapacitách mezi operacemi PEMA a navazujících oprav. Jeden z možných důvodů tohoto rozdílu může být v odlišné velikosti vyráběných panelů. Při výrobě rozměrově menších panelů se rozdíl výkonnosti může zvyšovat a naopak.

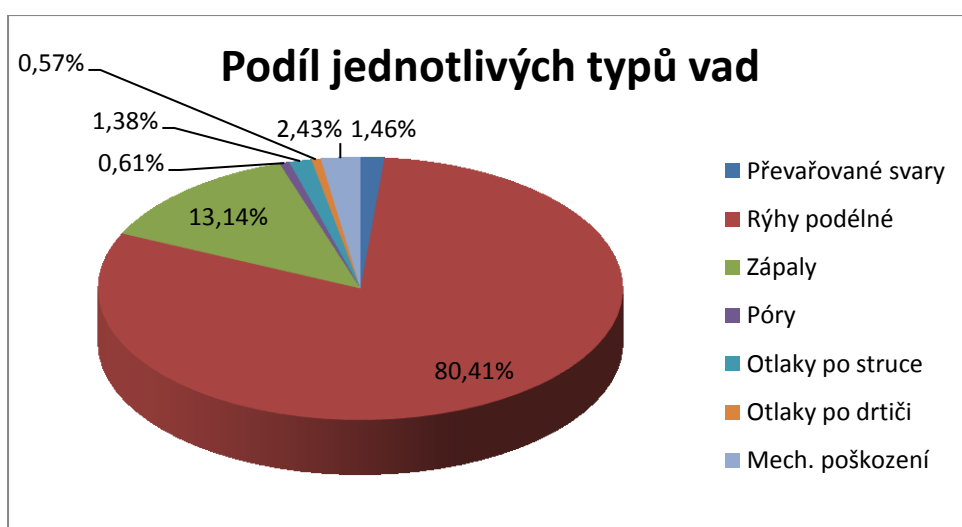
Při detailnějším pohledu na příčinu nedostatečné výkonnosti úzkého místa je nutné se podívat na spojitost pracoviště oprav a procesy na pracovišti PEMA, na které opravy navazují. Při výrobě panelu membránové stěny na strojích PEMA vznikají vady např. póry ve svarech, podélné rýhy, zápaly, otlaky a další mechanická poškození. Na pracovišti



Kontroly a oprav je nutné tyto vady identifikovat a následně napravovat. Pokud se podíváme na časy operací, výroba panelu trvá zhruba stejný čas jako jeho opravy, ale z důvodu menšího časového fondu pracoviště oprav zde vzniká nevyváženost výrobních kapacit obou pracovišť. Vzhledem ke skutečnosti, že jsou operace kontroly a případných oprav zahrnuty ve směrnici pro výroby MeS, byla kapacita pracoviště plánována na určitou úroveň vznikajících neshod při svařování na strojích PEMA. Pokud je ale momentální kapacita oprav nedostatečná, signalizuje to, že výstupní nekvalita svařovaných panelů je vyšší, než plánovaná (uznatelný čas na opravu vzniklých vad je nastaven přibližně na podíl vad přibližně 8 %). Tuto skutečnost vyšší míry vad potvrzuje i analýza vad uvedená ve zvláštní příloze Data analýz.xlsx. Ta ukazuje více než trojnásobné procento vznikajících vad při svařování na automatech PEMA, než je plánováno. Dále analýza vad obsahuje i přesné počty a druhy vznikajících vad.



Graf 8 – Celkový podíl na délce panelu



Graf 9 - Podíl jednotlivých typů vad

Dle procentuálního rozložení jednotlivých vad lze s jistotou určit jako největší zdroj vznikajících neshod a tím pádem primární příčinu vzniku úzkého místa ve výstupní kvalitě panelů linky svařování PEMA. Přesněji jsou podélné rýhy způsobeny špatným nastavením přítlačných kladek, které mají za úkol držet svařovanou soustavu páska-trubka-páska ve správném postavení.

### 3.2 Shrnutí analýz

- Za použití mapování toku hodnot byla analyzována zkoumaná část výrobního procesu.
- Rozborem výsledků analýzy – mapy toku hodnot bylo identifikováno plýtvání a jeho zdroje.
- Za největší projev plýtvání v procesu výroby bylo označeno nadměrné skladování – velké množství rozpracované výroby mezi výrobními operacemi.
- Jako příčina vzniku nadměrného množství rozpracované výroby byla identifikována nedostatečná výrobní kapacita pracoviště kontroly a oprav po lince PEMA a následně bylo toto pracoviště označeno za úzké místo zkoumané oblasti.
- Při detailnějším pohledu na problematiku úzkého místa byly stanoveny primární příčiny, nedostatečné kapacity pracoviště Kontroly a oprav a to v nedostatečné úrovni kvality v předcházející operaci svařování na strojích PEMA.

## 4 Vlastní návrhy k zlepšení systému

V této kapitole jsou shrnuty návrhy a doporučení jak postupovat při řešení problematiky analyzované v předchozí části práce. K problémům je přistupováno dle principů štíhlé výroby a na základě teorie managementu úzkých míst. Veškeré návrhy jsou pro názornost zakresleny do mapy budoucího toku hodnot.

Cílem veškerých změn, které jsou navrhovány, je řešení problému zjištěných na základě předchozích analýz. Snahou je eliminace zjištěného plýtvání. V praxi to znamená odstranění přebytečných mezioperačních zásob. Pro splnění tohoto cíle je nutné se zaměřit ve výrobě na úzké místo, které způsobuje v procesu výroby největší podíl plýtvání a aplikovat na něj principy managementu úzkých míst.

Nejprve je nutné rozhodnout o způsobu využití úzkého místa. Proto je nezbytné detailně analyzovat pracoviště kontroly a oprav. Nabízí se zde provést mapování toku hodnot samotného procesu nebo využít např. snímkování pracovního dne. Na základě těchto analýz rozhodnou o míře zavinění nedostatečné kapacity pracoviště v možné špatné organizaci práce na pracovišti, a následně se rozhodnout jakou cestu pro plynulejší tok materiálu zvolit.

Management úzkých míst nabízí další možnost a to podřízení ostatních operací úzkému místu – zavést systém DBR. Pomocí něj svázat opravy s pracovištěm PEMA, což je řešení pro eliminaci zásob mezi oběma pracovišti, ale na výrobu jako celek by tato volba řešení měla minimální vliv – celková propustnost výroby by byla stále limitována kapacitou Kontroly a oprav.

Možným řešením pro zvýšení výkonnosti celého procesu výroby panelů MeS je zvýšení kapacity pracoviště Kontroly a oprav - eliminací úzkého místa. V praxi by bylo nutné zvýšení výkonnosti/produktivity oprav ze současné hodnoty o 70%. Tím by se kapacita oprav vyrovnala s linkou PEMA, nevznikala by zde nadměrná zásoba rozpracované výroby a hlavně navýšila by se současná výkonnost celého procesu výroby panelů MeS o shodných 70%.

Navýšit výkonnost pracoviště Kontroly a oprav lze těmito způsoby:

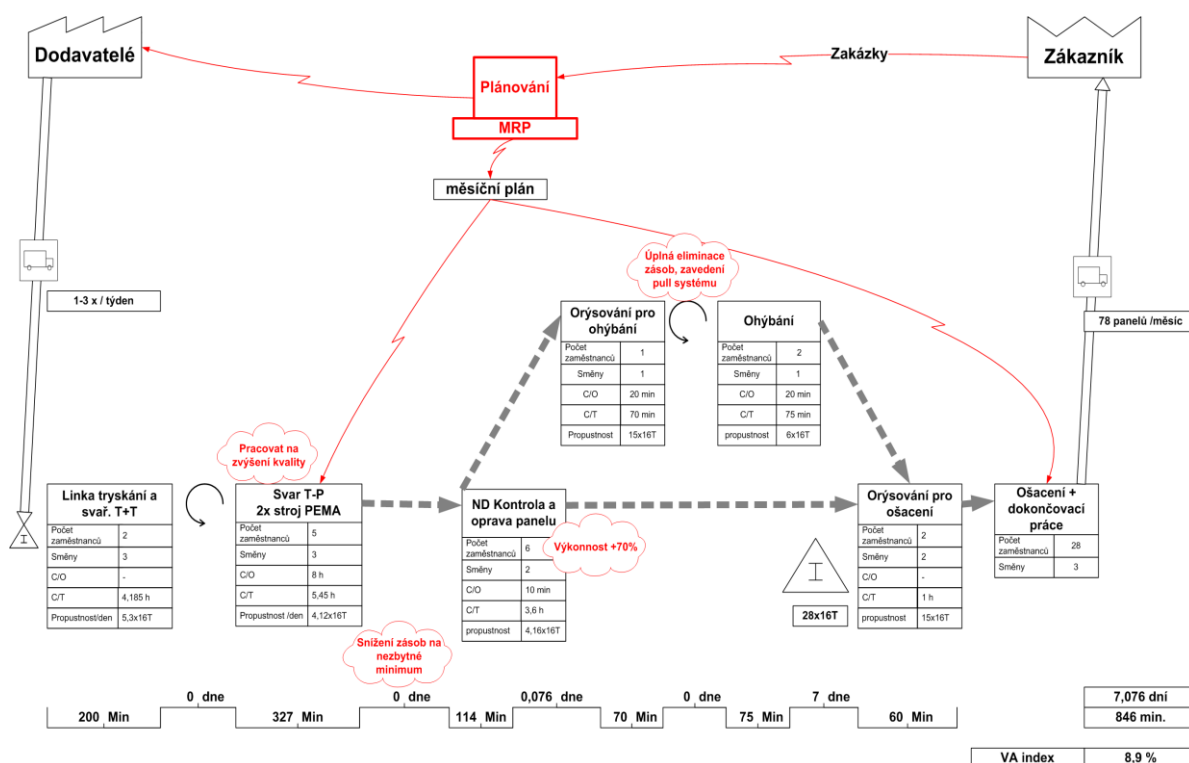
1. **Zvýšení kvality v předchozích operacích** - Podle výsledků analýz, je to nejeфекtivnější způsob jak dosáhnout vyšší propustnosti pracoviště oprav. Jelikož jako primární příčina problému s nedostatečnou výkonností pracoviště Kontroly a oprav, a tím pádem špatné výkonnosti celého procesu výroby membránových panelů, byla identifikována v nedostatečné výstupní kvalitě linky PEMA. Je proto nezbytné hlavní úsilí vynaložit v systematickém procesu zlepšování kvality v podmínkách linky PEMA. Jako příčina vzniku vad byla označena v nesprávném nastavení přítlaků kladek při ustavování svařovaných částí. Pro zlepšení parametrů tohoto nastavení lze využít například metodu DOE – Design of Experiment<sup>8</sup>.
2. **Zlepšení organizace práce** – Jako další z možností jak zvýšit výkonnost pracoviště Kontroly a oprav je ve zvýšení efektivity samotného pracoviště. Konkrétní zlepšení by mohlo zahrnovat systematictější přístup k prostředí na pracovišti např. využitím metody 5s, případně zlepšení vzájemné komunikace mezi pracovníky kontroly a pracovníky oprav díky využití zavedení prvků týmové kultury. Výhoda je v nízkých nákladech na realizaci případných změn v organizaci práce. Ale pokud by toto zlepšení bylo aplikováno pouze samostatně, nevýhoda je v možném nedostatečném efektu na zvýšení výkonnosti, než je zapotřebí pro eliminaci úzkého místa, jelikož by zlepšení organizace práce neřešilo prvotní příčinu vzniku úzkého místa.
3. **Přímé navýšení výrobních kapacit** - Takové zvýšení s sebou nese zajisté i zvýšení nákladů ve formě další pracovní síly. Pokud by zůstaly ostatní podmínky ve výrobě neměnné, při zvýšení kapacity pracoviště o 70% by se jednalo o navýšení počtu pracovních sil konkrétně o 5-7 dalších pracovníků. Při navýšení počtu pracovníků výroby membránových panelů ze současných 40 na 46 by se zvýšily mzdové náklady o 15%. Předpokládané zvýšení výkonnosti celého procesu po takovém navýšení kapacity pracoviště však činí kolem 70%, což ekonomicky zdůvodňuje i tuto variantu řešení.

---

<sup>8</sup> DOE je experimentální strategie, při které se najednou studují účinky několika faktorů (např. parametry svařování na výslednou kvalitu svaru), prostřednictvím jejich testování na různých úrovních.

Ideální řešení je spatřováno v kombinaci všech těchto způsobů. V první řadě začít systematicky řešit zvyšování kvality procesu svařování na lince PEMA a pracovat na odstraňování plýtvání i v operaci Kontroly a oprav. Dočasně lze pro okamžitý efekt zvýšení výkonnosti doporučit i zvýšení kapacity oprav navýšením počtu pracovníků např. i využitím pracovníků z méně kritických míst.

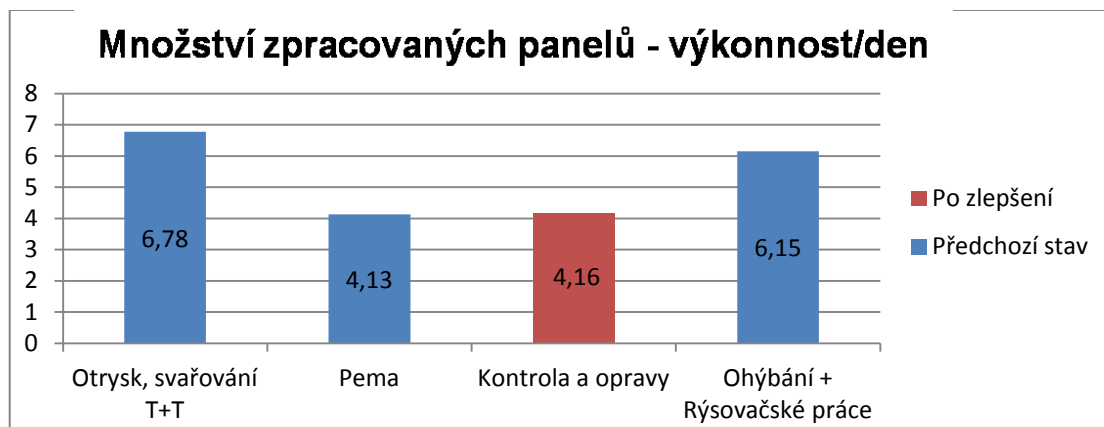
Mapa budoucího toku hodnot po aplikování zmíněných doporučení. V červených bublinách je vidět aplikace jednotlivých Kaizen pro konkrétní místa. Z výrobního procesu byly eliminovány veškeré neúčelné zásoby, bylo také eliminováno dřívější úzké místo. Bylo také použito „pull“ pravidlo mezi operacemi ohýbání a rýsováním pro ohyb což mělo za následek odstranění mezizásob i v tomto místě. Celkově by to mělo vliv na výrobu zkrácením průběžného času z 18,2 na 7 dní. Čas přidávající hodnotu zůstal na hodnotě 846 minut. VA index vzrostl o 5,1 % z 3,8 % na 8,9 % a celková propustnost výroby byla zvýšena z 2,45 na 4,16 panelů za den. To znamená zvýšení výkonnosti celého procesu výroby o 70%.



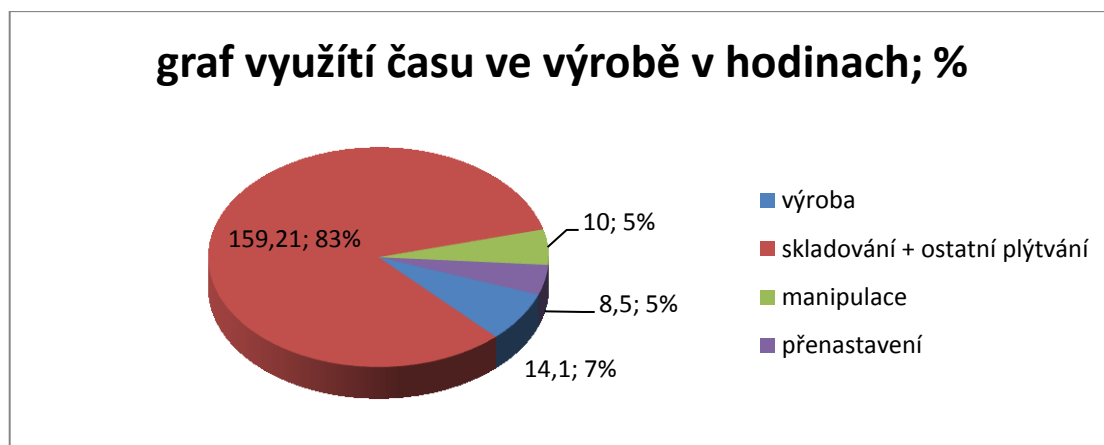
Obr. 16 – Mapa budoucího toku hodnot doplněná „Kaizen bublinami“

Úplná eliminace úzkého místa a následné kapacity jednotlivých výrobních operací jsou zobrazeny v grafu 10. Přínos zvýšení kapacity na pracovišti Kontroly a oprav je zobrazen

červeně, zvýšení kapacity úzkého místa, znamená zvýšení výkonností o stejnou hodnotu v celém výrobním procesu. Zvyšování kapacity úzkého místa nad hodnotu linky PEMA již nemá z pohledu managementu úzkých míst smysl, jelikož novým úzkým místem se stane linka PEMA. To ale neznamená, že by se započaté zlepšovací procesy na pracovišti oprav měli zastavit. Naopak, pokud by se již podařilo nastarovat Kaizen procesy, důležité je cyklus neustálého zlepšování opakovat. Právě toto je způsob jak se vydat cestou ke štíhlé výrobě, respektive štíhlému podniku.



Graf 10 – Předpokládaná výkonnost jednotlivých pracovišť po aplikaci navrhovaných doporučení



Graf 11 – Předpokládané rozdělení času ve výrobě po zlepšení

Další porovnání s předchozím stavem. I když je skladování stále zabírá největší podíl času, jedná se o zásobu před operací rýsování pro ošacení, která byla označena za technologicky nutnou. Přesto výrobní čas zvýšil svůj podíl na 7 % z minulé hodnoty 3,12 %. V tomto okamžiku, pokud by se měl podnik zaměřit i na další plýtvání omezující výkon výroby, nabízí se začít pracovat na snižování přenastavovacích a manipulačních časů.

## 5 Závěr

Tato práce měla za úkol shrnout principy a teorie štíhlé výroby, následně v PJ 815 Linka membránových stěn v podniku Vítkovice Power Engineering a.s aspekty štíhlé výroby konkrétní situace analyzovat a na případné zjištěné problémy navrhnout řešení.

V první části byla štíhlá výroba a její analytické metody popsány v teoretické rovině. Následně byly rozpracované metody analýzy toku hodnot a managementu úzkých míst použity na konkrétní situaci na Lince membránových stěn. Po zpracování výsledků analýz bylo nalezeno úzké místo, které zabraňuje celému výrobnímu procesu dosahovat vyšší výkonnosti. Pro řešení problému bylo na základě principů managementu úzkých míst navrženo několik řešení, které pokud budou aplikovány, znamenaly by eliminaci úzkého místa a to by mělo za následek zvýšení výkonnosti celé výroby membránových panelů o 70%.

Využití metody mapování toku hodnot a dalších analytických metod a prvků štíhlé výroby, jako přístupu k analýze procesů ve společnosti i k následné implementaci změn, ukazuje možnosti a sílu těchto komplexní metod jak jednoduše a rychle najít místa, které brání dosahovat společnosti vyšší efektivity. Pokud je záměrem podniku Vítkovice Power Engineering a.s. celkově zefektivnit fungování pochodů na Lince membránových stěn pomocí aplikace filozofie a metod štíhlého podniku, je mapování procesů a využití výsledků analýz k neustálému zlepšování jedna z možností, jak štíhlé procesy v podniku vést tím správným směrem.

## Seznam použité literatury

- [1] TOYOTAFORKLIFTS.CZ *Výrobní systém Toyota TPS a jeho přínosy pro podnikání* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] dostupné z: < [http://www.toyotaforklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS\\_nahled.pdf](http://www.toyotaforklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS_nahled.pdf) >
- [2] BORDÁS, R. *Historie Lean Company* [online]. c2006, [cit.2012-04-15] dostupné z: < <http://www.leancompany.cz/historie.html> >
- [3] LIKER, JEFFREY K. *Tak to dělá Toyota 14 zásad řízení největšího světového výrobce* 1. Vydání . Praha : Management Press, s.r.o., 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [4] *Toyota Motor Corporation* [online]. c2012, poslední revize 28.4.2012 [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota> >
- [5] LIKER, JEFFREY K. a MEIER, D. *The Toyota way*, 1.edition. USA:The McGraw-Hill Companies, Inc., 2006. 475 s. ISBN 0-07-144893-4.
- [6] KOŠTURIÁK, J. A FROLÍK, Z. A KOLEKTIV. *Štíhlý a inovativná podnik*, 1.vydání. Praha: Alfa Publishing s.r.o., 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9
- [7] *ŠTÍHLÁ VÝROBA* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] dostupné z: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Štíhlá\\_výroba](http://cs.wikipedia.org/wiki/Štíhlá_výroba) >
- [8] BUSINESSINFO.CZ *Základní stavební kameny a principy štíhlého podniku* [online]. c2009, [cit.2012-04-15] dostupné z: < <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/management-msp/stavebni-kameny-principy-stihly-podnik/1001663/52880/> >
- [9] IMAI, M. *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1.vydání. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0461-3.
- [10] *České firmy objevují výhody japonské strategie Kaizen* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/76219-ceske-firmy-objevuj-vyhody-japonske-strategie-kaizen/> >
- [11] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., *VSM* [online]. c2009, [cit.2012-04-15], Dostupné z: < <http://e-api.cz/page/68395.vsm/> >
- [12] ROTHER, M. *Learning to See*. 1.edition : Brookline: Lean Enterprise Institute, 1999. ISBN 0-9667843-0-8
- [13] HINGEO SHINGO - *A revolution in Manufacturing - The SMED System* 1.edition. Portland USA Productivitz inc., 1985 ISBN 0-915299-8
- [14] *Value Stream Mapping - Waste Visualisation* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < [http://www.valuebasedmanagement.net/methods\\_value\\_stream\\_mapping.html](http://www.valuebasedmanagement.net/methods_value_stream_mapping.html) >



- [15] LEAN.ORG, *Principles of Lean* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://www.lean.org/whatslean/principles.cfm> >
- [16] KIM, AARON. *Simplex improvement - Lean education* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://simpleximprovement.com/> >.
- [17] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., *DBR* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://e-api.cz/page/68343.dbr/> >
- [18] Vítkovice Power Engineering a.s. *Výroční zpráva 2008* [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://www.vitkovicepower.cz/default/file/download/id/8358/inline/1> >
- [19] Vítkovice Power Engineering a.s. [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://www.vitkovicepower.cz/11/cs/node/245> >
- [20] Vítkovice Power Engineering a.s. [online]. c2012, [cit.2012-04-15] Dostupné z: < <http://www.vitkovicepower.cz/> >
- [21] Vnitropodnikové materiály a dokumenty společnosti VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s. [cit.2012-04-15]
- [22] BOLDIŠ, P. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 609 a ČSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů*. Verze 3.0 (2004). © 1999-2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. Dostupné z: < <http://boldis.cz/citace/citace2.pdf> >

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Systém TPS [3] .....	12
Obr. 2 – Pilíře štíhlého podniku [8] .....	14
Obr. 3 – Prvky štíhlé výroby .....	16
Obr. 4 Rozložení Kaizen ve struktuře zaměstnanců [9] .....	17
Obr. 5 - Celkový tok hodnot .....	20
Obr. 6 -5 kroků pro vytvoření štíhlých procesů [15] .....	21
Obr. 7 Úrovně mapování toku hodnot [12] .....	22
Obr. 8 – Koloběh tvorby map toku hodnot .....	24
Obr. 9 Rozdělení řízení toku hodnot v managementu podniku .....	25
Obr. 10 Mapa toku hodnot – ilustrace .....	26
Obr. 11 – Schéma aplikace metody DBR – [17] .....	30
Obr. 12 – Čelní pohled na část membránové stěny [21] .....	32
Obr. 13 – řez pozice svařování trubka-trubka [21] .....	34
Obr. 14 – Fotografie svařovacích hlav automatů PEMA .....	35
Obr. 15 – Mapa současného toku hodnot .....	41
Obr. 16 – Mapa budoucího toku hodnot doplněná „Kaizen bublinami“ .....	49

## Seznam grafů

Graf 1 – rozložení odvedených hodin mezi pracoviště.....	37
Graf 2 - Rozbor časů celé zakázky na pracovišti Automatického svařování trubek .....	37
Graf 3 - Rozbor časů na pracovišti Automatického svařování trubek při svařování T+T ...	38
Graf 4 - Rozbor časů celé zakázky na pracovišti linky PEMA .....	38
Graf 5 – Výkonnost pracovišť při realizaci zakázky .....	39
Graf 6 – Rozdělení času uvedených činností ve výrobě .....	43
Graf 7 – Výkonnost pracovišť dle údajů aktuální mapy toku hodnot.....	44
Graf 8 – Celkový podíl na délce panelu .....	45
Graf 9 - Podíl jednotlivých typů vad .....	45
Graf 10 – Předpokládaná výkonnost jednotlivých pracovišť po aplikaci navrhovaných doporučení .....	50
Graf 11 – Předpokládané rozdělení času ve výrobě po zlepšení .....	50

## Seznam tabulek

Tab. 1 Tabulka souhrnných časů zakázky .....	36
--	----

## Seznam příloh

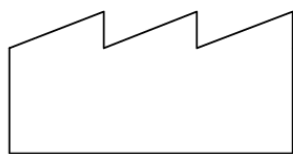
Příloha A – Legenda a vysvětlivky k mapám toku hodnot

Příloha B - Mapa současného toku hodnot

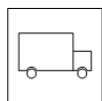
Příloha C - Mapa budoucího toku hodnot

Příloha D - Struktura podniku Vítkovice Power Engineering a.s.

## Příloha A - Legenda a vysvětlivky k mapám toku hodnot



Zákazník / dodavatel

Logistika materiálu/  
výrobků

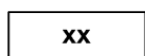
Informační tok



Tok materiálu - push



Tok materiálu - pull

Zásoba, xx-velikost  
zásoby

Linka tryskání a svař. T+T	
Počet zaměstnanců	2
Směny	3
C/O	-
C/T	4,185 h
Propustnost/den	5,3x16T

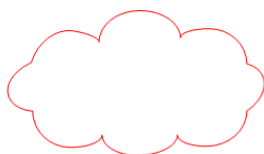
Výrobní operace /  
pracoviště

Informační tabulka



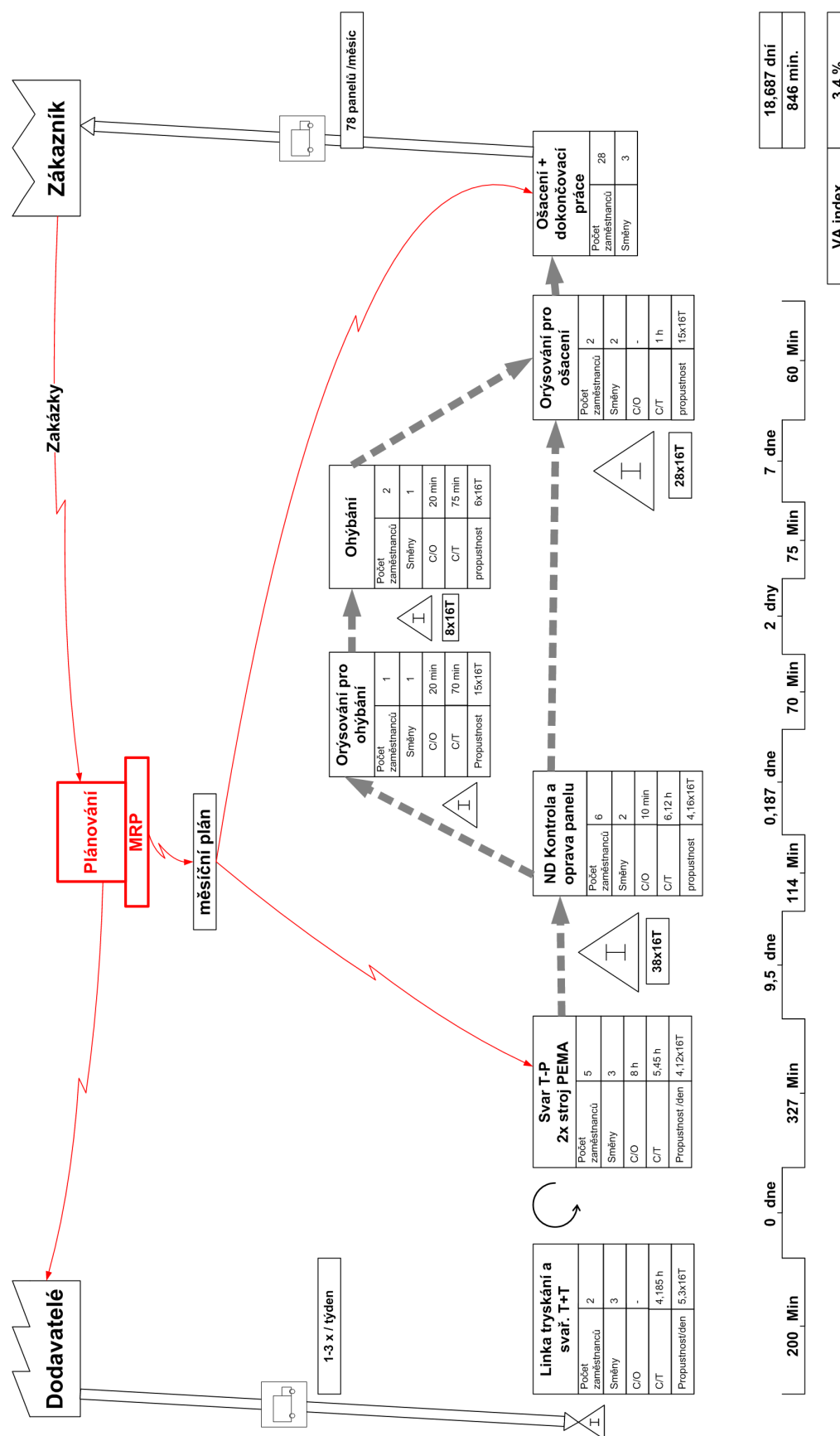
Čas nepřidávající hodnotu – N/VA time (dny)

Čas přidávající hodnotu – VA time (minuty)

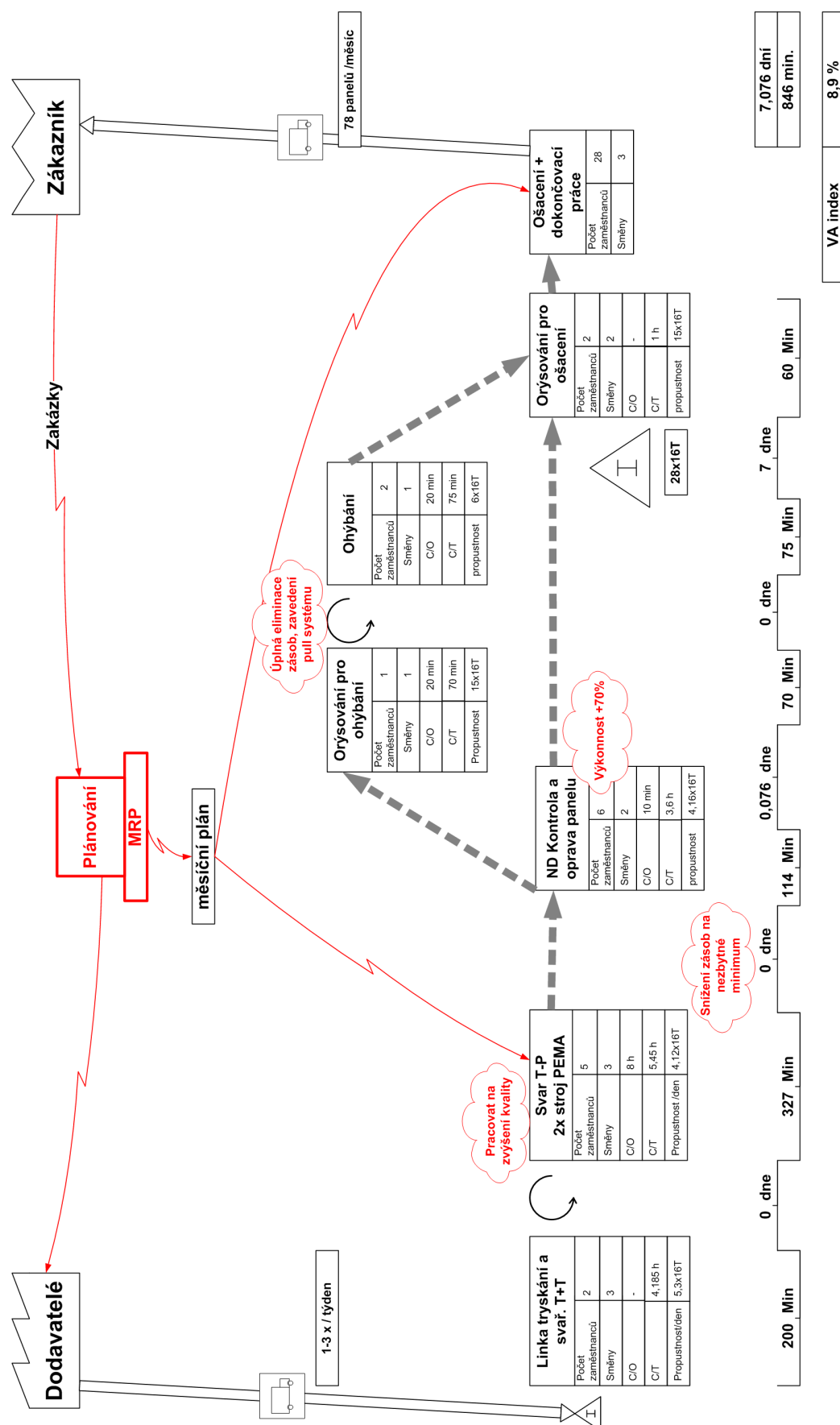


Kaizen bublina - cíl zlepšování

## Příloha B - Mapa současného toku hodnot



## Příloha C - Mapa budoucího toku hodnot



## Příloha D - Struktura podniku Vítkovice Power Engineering a.s.

